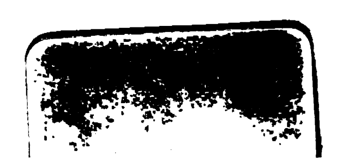




ZEITSCHRIFT

FÜR

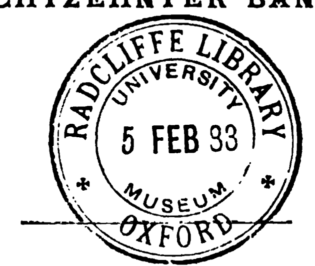
BIOLOGIE

VON

M. v. PETTENKOFER UND **C. VOIT,**

PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN.

ACHTZEHNTER BAND.

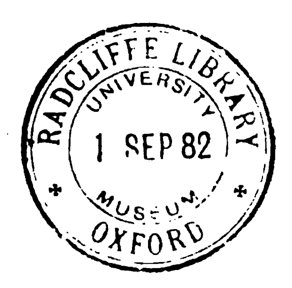


MÜNCHEN UND **LEIPZIG 1882.**

DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.



Inhalt.



Ueber die Bestimmung des Fettgehaltes der Milch.

Von

Dr. Rudolf Emmerich,

Privatdocent und I. Assistent am Hygienischen Institut in Leipzig.

Unter Zugrundlegung des specifischen Gewichtes und des Fettgehaltes lässt sich leicht eine erfolgreiche Marktcontrole der Milch durchführen; aber bei der grossen Anzahl von Milchproben, die in grösseren Städten täglich zu untersuchen sind, ist eine genaue und rasch ausführbare Methode der Bestimmung des Fettgehaltes eine nothwendige Bedingung.

Weder die optischen Methoden von Donné, Feser, Heusner, Vogl u. A., noch das von Tollens und Schmidt verbesserte Lactobutyrometer Marchand's leisten in dieser Beziehung Zufriedenstellendes, da die unvermeidlichen Fehler dieser Bestimmungsmethoden des Fettgehaltes 0,3—0,6 % betragen.

Für die Prüfung der Milch auf ihre Beschaffenheit ist aber ein Mehr oder Weniger von 0,5 % Fett von grosser Bedeutung, und diese Quantität repräsentirt beim Milchconsum einer Stadt von 150000 Einwohnern, unter der Annahme, dass pro Kopf und Tag ½ Liter consumirt wird, eine Summe von 1 Million Mark pro Jahr, welche eventuell der Ernährung und Gesundheit der Stadteinwohner zu gute kommt.

Auch im Kalkül einer grösseren Molkerei spielen, wie Soxhlet [1]) mit Recht hervorhebt, 0,3 oder gar 0,5 % Fett eine grosse Rolle, da z. B. ein Mindergehalt von 0,3 % eine Minderausbeute von 10 % Butter bedeutet.

---

1) Prof. Dr. F. Soxhlet, Aräometrische Methode zur Bestimmung des Fettgehaltes der Milch. Sonderabdruck aus der Ztschr. d. Landw. Vereins in Bayern 1881 S. 1 (München, Pössenbacher'sche Buchdruckerei von Max Franz).

Die weiten Fehlergrenzen der erwähnten Methoden führen, wie ich mich zu überzeugen Gelegenheit fand, zu lästigen Streitereien und kostspieligen Processen zwischen den Lieferanten und den Besitzern der Molkereien, insofern die letzteren einen bestimmten Fettgehalt statutenmässig zu fixiren pflegen, ohne dass sie im Stande sind, den Fettgehalt mittels der gewöhnlich benutzten optischen oder Lactobutyrometerprobe hinreichend genau zu ermitteln.

Alle diese Missstände sind, wie schon an einer anderen Stelle dieser Zeitschrift[1]) auseinandergesetzt wurde, durch Soxhlet's sinnreiche Fettbestimmungsmethode beseitigt worden, insofern mit derselben der Fettgehalt zahlreicher Milchproben ohne Anwendung der Wage ganz ebenso genau, aber in viel kürzerer Frist bestimmt werden kann wie auf gewichtsanalytischem Wege.

Die Milch wird mit wasserhaltigem Aether geschüttelt und in der an der Oberfläche der Flüssigkeit sich sammelnden Aetherfettlösung kann der Fettgehalt durch Bestimmung des specifischen Gewichtes mit gleicher Genauigkeit ermittelt werden, wie der Alkoholgehalt verdünnten Weingeistes durch das Alkoholometer, da das specifische Gewicht des Milchfettes eine constante Grösse ist und letzteres immer in der gleichen Menge Aether gelöst wird.

Soxhlet[2]) constatirte durch die vergleichende Untersuchung von 52 Milchproben, dass die grösste Differenz zwischen den mittels der aräometrischen und den mittels der gewichtsanalytischen Methode erhaltenen Zahlen nur 0,07 % beträgt: ein Befund, der ihn dazu berechtigte, die aräometrische Methode für ebenso genau zu bezeichnen wie das gewichtsanalytische Verfahren.

Dieses Resultat durfte a priori um so weniger in Zweifel gezogen werden, als die Methode auf wohl begründeten Principien beruht, welche Soxhlet einer ausführlichen Erörterung unterstellte[3]).

In der That wurden in kürzester Frist die Angaben Soxhlet's durch Untersuchungen von Egger[4]), Fleischmann[5]), Fried-

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 17 S. 110—112.
2) a. a. O. S. 10.
3) a. a. O. S. 11—13.
4) Ztschr. f. Biologie Bd. 17 S. 110—112.
5) Bericht der Milchwirthschaftl. Versuchsstation Raden pro 1880.

länder[1]), Kellner[2]), Meissel[3]) und Schrodt[4]) durchaus bestätigt, so dass jede weiteren Belege für die Richtigkeit derselben überflüssig erscheinen müssten, wenn nicht vor kurzem Stabsarzt Dr. Preusse[5]), welcher dem Deutschen Gesundheitsamt als Hilfsarbeiter zugetheilt ist, eine Untersuchungsreihe mitgetheilt hätte, auf Grund deren die Methode als völlig unbrauchbar erscheinen müsste, falls nicht die Resultate von Preusse's Untersuchungen auf Versuchsfehlern beruhten. Preusse fand:

Fettbestimmungen der Milch.

Gewichtsanalytisch	Mit dem Soxhlet-schen Apparat	Aräometrisch mehr oder weniger als gewichtsanalytisch
2,775 %	4,18 %	+ 1,41 %
3,736	4,20	+ 0,46
4,083	4,24	+ 0,16
3,595	3,87	+ 0,28
3,135	4,42	+ 1,29
2,186	2,39	+ 0,20

Hiernach, sagt Preusse, „stellten sich bei Anwendung der Soxhlet'schen Methode so erhebliche Abweichungen von der gewichtsanalytischen Fettbestimmung heraus, dass sie vorläufig für die Marktcontrole noch nicht verwendbar erscheint".

Da Preusse bei der Lactobutyrometerprobe die Resultate von Controlbestimmungen für ein und dieselbe Milchprobe mittheilt, während dies bei allen anderen Methoden nicht geschieht, so muss angenommen werden, dass er bei diesen solche überhaupt nicht ausgeführt hat.

Nun bietet aber die grössere oder geringere Uebereinstimmung von Controluntersuchungen Anderen die einzige Möglichkeit, sich von der Genauigkeit, mit welcher der Untersuchende arbeitet, zu überzeugen.

1) „Der Landwirth" 1881 Nr. 17.

2) Landw. Jahrbücher, Ztschr. f. wissenschaftl. Landwirthsch. etc. 1881 S. 859

3) Wiener Landw. Zeitung 1881 Nr. 42.

4) Milchzeitung 1881 S. 263.

5) Dr. Preusse, Ueber technische Grundlagen für die polizeiliche Controle der Milch in Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte, herausgegeben von Dr. Struck.

Preusse aber entzieht die Exactheit seiner Analysen und seine Befähigung zu gewichtsanalytischen Arbeiten von vorn herein der sachlichen Kritik, indem er die Ausführung resp. Angabe von Controlbestimmungen unterlässt. Nur dann, wenn Controluntersuchungen das gleiche Resultat ergeben hätten, könnte Preusse diejenigen Schlüsse aus seiner Versuchsreihe ziehen, die er unberechtigter Weise aus derselben ableitete.

Wenn man nun erwägt, dass schon früher Egger als Differenz zwischen der Soxhlet'schen und gewichtsanalytischen Methode im Maximum bei 18 Bestimmungen 0,08, Kellner bei 11 Versuchen 0,06 und Soxhlet selbst bei 52 Milchproben 0,07 % Unterschied gefunden hatten und dass nach den übereinstimmenden Resultaten aller übrigen Autoren (Dietzell, Fleischmann, Friedländer, Hofmeister, Kirchner, Kühn u. v. A.) die gefundenen Differenzen sämmtlich innerhalb der zweiten Decimale liegen, dann wird Niemand im Zweifel sein, dass Preusse aus irgend welchen Gründen ein ganz unrichtiges Resultat erhalten hat.

Auch bei der gewichtsanalytischen Bestimmung des Fettgehaltes ein und derselben Milchprobe erhielt Preusse nach den verschiedenen Methoden Differenzen von **0,205** bis **0,233** %, während nach dem übereinstimmenden Urtheil aller Sachverständigen die Resultate bei solchen Untersuchungen höchstens in der zweiten Decimale differiren dürfen.

Schmöger und Egger konnten zwischen der Gewichtsanalyse und der Lactobutyrometerprobe nur in seltenen Fällen Abweichungen von 0,4 % constatiren, meistens fanden sie solche von nur 0,2 %; bei Preusse's Untersuchungen dagegen steigen die Differenzen bis zu **0,748** und **0,853** % an.

Durch dieses ungünstige Resultat lässt sich Preusse gleichwohl nicht abhalten, eine vermeintliche Verbesserung dieser approximativen Fettbestimmungsmethode zu empfehlen. Soxhlet[1]), welcher Preusse's Untersuchungen einer vernichtenden Kritik unterzieht, weist mit Recht darauf hin, dass das dürftige Material Preusse's von nur 5 Versuchen nicht genüge, um das Lactobutyro-

1) F. Soxhlet, Ueber die Zuverlässigkeit der aräometrischen Methode etc. Eine Antwort auf das Gutachten des kaiserl. Gesundheitsamtes.

meterverfahren als ein solches zu bezeichnen, welches, wie Preusse sagt, „allen Anforderungen an Correctheit genügt und stets ein gutes Resultat ergibt".

Gleich nach der Veröffentlichung der Preusse'schen Versuche habe ich die Soxhlet'sche Methode einer nochmaligen Prüfung unterzogen.

Obgleich Preusse's Einwände gegen das aräometrische Verfahren durch Soxhlet's Kritik inzwischen widerlegt worden sind, so hielt ich es doch mit Rücksicht auf die Wichtigkeit der Angelegenheit für wünschenswerth, den Angaben Preusse's, nach welchen zwischen der aräometrischen und gewichtsanalytischen Methode der Fettbestimmung Differenzen von 1,4 % bestehen, die Resultate weiterer Untersuchungen gegenüberzustellen.

Es geschieht dies schon aus dem Grunde, um der Widerlegung der Preusse'schen Einwände gegen Soxhlet's Methode eine möglichst umfassende Begründung und weite Verbreitung zu verschaffen, ferner mit Rücksicht auf den Umstand, dass die Veröffentlichungen des Reichsgesundheitsamtes der ortspolizeilichen Regelung der Milchcontrole, vorzugsweise aber der richterlichen Entscheidung als Grundlage dienen werden.

Ich habe in 16 verschiedenen Milchsorten den Fettgehalt bestimmt, und zwar

1. gewichtsanalytisch durch Eindampfen der Milch auf Quarzsand etc.,
2. nach Hoppe-Seyler,
3. aräometrisch nach Soxhlet,
4. durch die optische Methode von Feser.

Bei den ersten 8 Proben wurde die zur Analyse nothwendige Quantität gemessen und die in Volumprocenten erhaltenen Resultate unter Zugrundlegung des specifischen Gewichts der Milch in Gewichtsprocenten berechnet. Bei weiteren 8 Milchproben wurde dagegen die zur Untersuchung bestimmte Menge gewogen.

Von jeder der 16 verschiedenen Milchsorten wurden 4 Fettbestimmungen nach der gewöhnlichen gewichtsanalytischen Methode ausgeführt, indem je 10^{ccm} resp. 10^{g} der vorher innig gemischten Milch auf Quarzsand getrocknet, mit alkoholfreiem Aether extrahirt,

die Aetherfettlösung in ein gewogenes Becherglas filtrirt, nach dem Verdunsten des Aethers der Fettrückstand bei 100° C. getrocknet und nach dem Erkalten im Exsiccator gewogen wurde.

Zur weiteren Controle habe ich in je 2 Proben von jeder einzelnen Milchsorte die Fettmenge nach Hoppe-Seyler bestimmt.

Ebenso wurden nach der Soxhlet'schen Methode für jede der 16 Milchproben zwei Bestimmungen ausgeführt.

Um ein ganz vorurtheilsfreies Resultat zu erzielen, liess ich mir die Flaschen, welche die Aetherfettlösung enthielten, von einem Dritten in unregelmässiger Folge übergeben, nachdem derselbe die Nummer notirt und von der Flasche entfernt hatte, so dass ich nicht wusste, welche Milchsorte ich jeweils untersuchte und welche Proben identisch waren.

Es waren somit bei der Untersuchung alle subjectiven Täuschungen ausgeschlossen, und jede, auch die Controlbestimmung derselben Milch, hatte den Charakter einer Originalbestimmung.

Die Beobachtung Preusse's, dass bei der Soxhlet'schen Methode die Abscheidung der Aetherfettlösung oft erst nach 12—36 Stunden eintrete, können wir nicht bestätigen. Obgleich im hiesigen hygienischen Institut ca. 50 Milchproben aräometrisch untersucht wurden, so trat doch nur in einem einzigen Falle die Abscheidung der Aetherfettschichte etwas langsam ein und konnte durch Aufstossen der Flasche auf ihre Unterlage beschleunigt werden.

O. Kellner[1]), welcher den Fettgehalt von 250 Milchproben aräometrisch bestimmte, beobachtete ebenfalls nur in sehr seltenen Fällen eine Verzögerung im Aufsteigen der Aetherfettlösung.

Ich gebe die Resultate für diejenigen Proben, bei welchen die zur Analyse nothwendigen Quantitäten gemessen wurden, in einer eigenen Tabelle (Tab. I), weil hier aus nahe liegenden Gründen die Differenzen zwischen den einzelnen Bestimmungen etwas grösser sind als bei denjenigen Proben, bei welchen die genannten Mengen abgewogen wurden (Tab. III).

---

1) Landw. Jahrbücher 1881 S. 860 ff.

Tabelle I.

Bestimmung des Fettgehaltes der Milch nach der gewichtsanalytischen Methode, nach Hoppe-Seyler und Soxhlet.

Gewichtsprocente aus Volumprocenten berechnet.

Nummer der Milchprobe	Gewichts-analytisch	Nach Hoppe-Seyler	Nach Soxhlet (aräometrisch)
Probe I	2,971	2,976	2,93
„ I	2,902	3,006	2,93
„ I	2,974		
„ I	2,943		
Mittelzahlen	2,948	2,991	2,93
Probe II	3,255	3,258	3,25
„ II	3,258	3,311	3,25
„ II	3,240		
„ II	3,258		
Mittelzahlen	3,253	3,284	3,25
Probe III	3,376	3,416	3,37
„ III	3,351	3,424	3,37
„ III	3,360		
„ III	3,326		
Mittelzahlen	3,353	3,420	3,37
Probe IV	3,108	3,214	3,18
„ IV	3,106	3,196	3,18
„ IV	3,114		
„ IV	3,124		
Mittelzahlen	3,114	3,205	3,18
Probe V	2,514	2,591	2,60
„ V	2,537	2,540	2,60
„ V	2,559		
„ V	2,546		
Mittelzahlen	2,539	2,565	2,60
Probe VI	3,100	3,152	3,16
„ VI	3,074	3,158	3,16
„ VI	3,090		
„ VI	3,094		
Mittelzahlen	3,092	3,155	3,16
Probe VII	2,675		2,71
„ VII	2,664	2,654	2,71
„ VII	2,694		
„ VII	2,633		
Mittelzahlen	2,667	2,654	2,71
Probe VIII	3,010	3,022	3,05
„ VIII	3,015	3,025	3,05
„ VIII	3,100		
„ VIII	3,026		
Mittelzahlen	3,040	3,023	3,05

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass die Gewichtsanalyse, bei welcher die Milch auf Quarzsand eingetrocknet und das Fett mit Aether extrahirt wurde, meist um ein Geringes zu niedrige, die Hoppe-Seyler'sche Methode etwas zu hohe Werthe gegenüber dem aräometrischen Verfahren ergibt.

Obgleich mir bei Ausführung der Soxhlet'schen Methode die Flaschen, welche die Milch mit der Aetherfettlösung enthielten und von welchen die laufende Nummer entfernt war, in ganz regelloser Reihenfolge von einem Dritten gereicht wurden, obgleich ich in Folge dessen niemals wusste, welche Probe ich gerade untersuchte, so stimmen doch die Resultate der Controluntersuchungen ganz genau überein.

Bei der gewichtsanalytischen Methode[1]) dagegen differiren die Werthe für die Controlbestimmungen im Maximum (nämlich bei Probe VIII) um 0,09 %, während beim Hoppe-Seyler'schen Verfahren die grössten Unterschiede zwischen je zwei Untersuchungen derselben Milchprobe 0,053 % betragen.

Die Differenzen zwischen den Resultaten der gewichtsanalytischen und aräometrischen Methode, sowie diejenigen zwischen dem Hoppe-Seyler'schen und aräometrischen Verfahren einerseits und dem Hoppe-Seyler'schen und gewichtsanalytischen andererseits sind in Tabelle II zusammengestellt.

Die Werthe für den Fettgehalt der Milch, welche durch Anwendung des aräometrischen Verfahrens gewonnen wurden, weichen sowohl von denjenigen der Gewichtsanalyse, als von denen der Hoppe-Seyler'schen Methode im Mittel nur um 0,036 % ab.

Auch aus der folgenden Untersuchungsreihe (Tab. III), bei welcher die zur Fettbestimmung nothwendigen Milchmengen gewogen wurden, geht hervor, dass bei der Soxhlet'schen Methode die aus Controluntersuchungen erhaltenen Zahlen vollkommen genau übereinstimmen.

---

1) Unter „gewichtsanalytischer Methode" ist immer diejenige zu verstehen, bei welcher nach Trommer die Milch auf Quarzsand getrocknet und mit Aether entfettet wird, während das gewichtsanalytische Verfahren von Hoppe-Seyler einfach als „Hoppe-Seyler'sche Methode" bezeichnet wird.

Tabelle II.

Differenzen zwischen den Resultaten der einzelnen Methoden in Gewichtsprocenten.

Nummer der Milchprobe	Die aräometrische Methode ergab mehr (+) oder weniger (—)		Die Hoppe-Seyler-sche Methode ergab mehr od. weniger als die gew.-analytische
	als die gewichts-analytische Methode	als die Hoppe-Seyler'sche Methode	
Probe I	— 0,041	— 0,046	+ 0,002
„ I	+ 0,028	— 0,076	+ 0,104
„ I	— 0,044		
„ I	— 0,013		
Differenzen der Mittelzahlen	— 0,018	— 0,061	+ 0,043
Probe II	— 0,005	— 0,008	0,000
„ II	— 0,008	— 0,061	+ 0,071
„ II	+ 0,010		
„ II	— 0,008		
Differenzen der Mittelzahlen	— 0,003	— 0.034	+ 0.031
Probe III	— 0,006	— 0,046	+ 0,040
„ III	+ 0,019	— 0,054	+ 0,090
„ III	+ 0,010		
„ III	+ 0,044		
Differenzen der Mittelzahlen	+ 0,017	— 0,050	+ 0,067
Probe IV	+ 0,072	— 0,034	+ 0,068
„ IV	+ 0,074	— 0,016	+ 0,108
„ IV	+ 0,066		
„ IV	+ 0,052		
Differenzen der Mittelzahlen	+ 0,066	— 0,025	+ 0,091
Probe V	+ 0,086	+ 0,009	+ 0,003
„ V	+ 0,063	+ 0,060	+ 0,077
„ V	+ 0,041		
„ V	+ 0,054		
Differenzen der Mittelzahlen	+ 0,061	+ 0,035	+ 0,026
Probe VI	+ 0,060	+ 0,008	+ 0,052
„ VI	+ 0,086	+ 0,002	+ 0,084
„ VI	+ 0,070		
„ VI	+ 0,066		
Differenzen der Mittelzahlen	+ 0,068	+ 0,005	+ 0,063
Probe VII	+ 0,035	+ 0,056	— 0,010
„ VII	+ 0,046	—	— 0,040
„ VII	+ 0,016		
„ VII	+ 0,077		
Differenzen der Mittelzahlen	+ 0,043	+ 0,056	— 0,013
Probe VIII	+ 0,040	+ 0,028	— 0,001
„ VIII	+ 0,035	+ 0,025	+ 0,015
„ VIII	— 0,050		
„ VIII	+ 0,024		
Differenzen der Mittelzahlen	+ 0,010	+ 0,027	— 0,017

Tabelle III.

Bestimmung des Fettgehaltes der Milch nach der gewichtsanalytischen Methode, nach Hoppe-Seyler und nach Soxhlet.

Gewichtsprocente.

Nummer der Milchprobe	Gewichts-analytisch	Nach Hoppe-Seyler	Nach Soxhlet
Probe I	3,163	3,163	3,17
„ I	3,166	3,173	3,17
„ I	3,173		
„ I	3,169		
Mittelzahlen	3,168	3,170	3,17
Probe II	3,159	3,178	3,17
„ II	3,173	3,157	3,17
„ II	3,168		
„ II	3,165		
Mittelzahlen	3,166	3,168	3,17
Probe III	3,230	3,267	3,26
„ III	3,250	3,275	3,26
„ III	3,262		
„ III	3,243		
Mittelzahlen	3,246	3,271	3,26
Probe IV	2,870	2,945	2,90
„ IV	2,930	2,915	2,90
„ IV	2,940		
„ IV	2,885		
Mittelzahlen	2,905	2,930	2,90
Probe V	3,270	3,310	3,29
„ V	3,295	3,312	—
„ V	3,252		
„ V	3,255		
Mittelzahlen	3,268	3,311	3,29
Probe VI	3,446	3,435	3,45
„ VI	3,452	3,433	3,45
„ VI	3,460		
„ VI	3,456		
Mittelzahlen	3,454	3,434	3,45
Probe VII	2,600	2,623	2,57
„ VII	2,590	2,621	2,57
„ VII	2,573		
„ VII	2,582		
Mittelzahlen	2,586	2,622	2,57
Probe VIII	2,968	2,956	2,96
„ VIII	2,957	3,010	2,96
„ VIII	2,965		
„ VIII	2,966		
Mittelzahlen	2,964	2,983	2,96

Tabelle IV.

Differenzen zwischen den Resultaten der verschiedenen Methoden in Gewichtsprocenten.

Nummer der Milchprobe	Die aräometrische Methode ergab mehr (+) oder weniger (—) als die gewichts-analytische Methode	als die Hoppe-Seyler'sche Methode	Die Hoppe-Seyler-sche Methode ergab mehr od. weniger als die gew.-analytische
Probe I	+ 0,007	+ 0,007	0,000
„ I	+ 0,004	— 0,006	+ 0,013
„ I	— 0,003		
„ I	+ 0,001		
Differenzen der Mittelzahlen	+ 0,002	0,000	+ 0,002
Probe II	+ 0,011	— 0,008	— 0,002
„ II	— 0,003	+ 0,013	+ 0,019
„ II	+ 0,002		
„ II	+ 0,005		
Differenzen der Mittelzahlen	+ 0,004	+ 0,002	+ 0,002
Probe III	+ 0,030	— 0,007	+ 0,005
„ III	+ 0,010	— 0,015	+ 0,045
„ III	— 0,002		
„ III	+ 0,017		
Differenzen der Mittelzahlen	+ 0,014	— 0,011	+ 0,015
Probe IV	+ 0,030	— 0,045	+ 0,010
„ IV	— 0,030	— 0,015	+ 0,075
„ IV	— 0,040		
„ IV	+ 0,015		
Differenzen der Mittelzahlen	— 0,005	— 0,030	+ 0,025
Probe V	+ 0,020	— 0,020	+ 0,015
„ V	— 0,005	— 0,022	+ 0,060
„ V	+ 0,038		
„ V	+ 0,035		
Differenzen der Mittelzahlen	+ 0,022	— 0,021	+ 0,043
Probe VI	+ 0,004	+ 0,015	— 0,011
„ VI	— 0,002	+ 0,017	— 0,027
„ VI	— 0,010		
„ VI	— 0,006		
Differenzen der Mittelzahlen	— 0,004	+ 0,016	— 0,020
Probe VII	— 0,030	— 0,043	+ 0,021
„ VII	— 0,020	— 0,041	+ 0,050
„ VII	— 0,003		
„ VII	— 0,012		
Differenzen der Mittelzahlen	— 0,016	— 0,042	+ 0,036
Probe VIII	— 0,003	+ 0,004	— 0,001
„ VIII	+ 0,008	— 0,040	+ 0,053
„ VIII	0,000		
„ VIII	— 0,001		
Differenzen der Mittelzahlen	+ 0,001	— 0,023	+ 0,019

Bei der Untersuchungsreihe der Tabelle III sind die Differenzen zwischen den nach den drei verschiedenen Methoden erhaltenen Resultaten noch geringer als bei den Zahlen in Tabelle I, was in dem Umstande begründet ist, dass die zur Fettbestimmung nothwendigen Milchquantitäten nicht wie bei der ersten Reihe gemessen, sondern gewogen wurden.

Bei den Controlbestimmungen der gewichtsanalytischen Methode (Eintrocknen der Milch auf Quarzsand und Entfetten) beträgt die Maximaldifferenz 0,070 % und bei denjenigen des gewichtsanalytischen Verfahrens von Hoppe-Seyler 0,054 %.

Das durch die obigen Zahlen repräsentirte Resultat muss als ein für die Soxhlet'sche Methode ganz unvergleichlich günstiges bezeichnet werden.

Wenn man nur die beiden letzten Tabellen (III u. IV), die allein maassgebend sind, berücksichtigt, so ergibt sich, dass die nach dem Soxhlet'schen Verfahren gewonnenen Zahlen von den auf gewichtsanalytischem Wege erhaltenen im Maximum um nur **0,04** % und von den nach Hoppe-Seyler gefundenen um höchstens **0,045** % differiren.

Im Mittel beträgt die Differenz zwischen den Resultaten der aräometrischen und gewichtsanalytischen Methode sogar nur **0,009** %, und der Unterschied zwischen den nach Soxhlet einerseits und Hoppe-Seyler andererseits erhaltenen Werthen stellt sich im Durchschnitt auf nur **0,018** %.

Auch die Herren Dr. Harrington und Dr. Ogata Masanori, welche im hiesigen Hygienischen Institut einige vergleichenden Bestimmungen des Milchfettes nach der Gewichtsanalyse und nach Soxhlet ausführten, erhielten als Resultat eine Maximaldifferenz von nur 0,06 %.

Da auch unter den Controlbestimmungen der Gewichtsanalyse Abweichungen bis zu 0,07 % und bei denjenigen der Hoppe-Seyler'schen Methode Unterschiede von 0,054 % beobachtet wurden, so ist das aräometrische Verfahren als mindestens ebenso genau wie diese zu bezeichnen. Dasselbe hat aber vor der Gewichtsanalyse wesentliche Vorzüge.

Wenn man während der Untersuchung weiss, ob man gerade mit einer Controlprobe oder mit einer neuen Milchsorte arbeitet,

so ist man im ersteren Falle leicht geneigt, bei der Aräometerablesung 1—2 Zehntel eines Grades zu Gunsten des ersten Resultates, d. h. der Uebereinstimmung halber, unberücksichtigt zu lassen. Wir haben oben das Verfahren angegeben, durch welches wir jede derartige subjective Täuschung eliminirten und ein in jeder Beziehung objectives Resultat erhielten.

Nach demselben stimmen die Ergebnisse von Controluntersuchungen bei der aräometrischen Analyse durchweg ganz genau überein, insofern selbst in der zweiten Decimalstelle keine Differenzen vorkommen, was bei der Gewichtsanalyse selten oder nur zufällig der Fall ist.

Durch die Soxhlet'sche Methode lässt sich bei einiger Uebung und zweckmässiger Einrichtung in einem Tage der Fettgehalt von 50 bis 60 Milchsorten ohne Uebereilung vollkommen genau feststellen, während die Untersuchung einer gleichen Anzahl von Proben durch eine der gewichtsanalytischen Methoden mehrere Tage in Anspruch nehmen würde. Am umständlichsten ist dasjenige Verfahren, bei welchem die zu untersuchende Milch auf Gyps oder Quarzsand eingedampft wird.

Gegenüber dem letzterwähnten Untersuchungsgange lässt sich nach der Hoppe-Seyler'schen Methode der Fettgehalt einer gleichen Anzahl von Milchproben in der Hälfte der Zeit und ebenso genau ermitteln.

Gegen die Trommer'sche Methode (Gewichtsanalyse) und diejenige von Hoppe-Seyler wurden von verschiedenen Seiten Einwände erhoben.

Schukowsky[1]) meint, es sei nicht möglich, der mit Marmor eingetrockneten Milch durch Aether alles Fett zu entziehen, weil weder Gyps noch Marmor die Caseïnhülle der Fettkügelchen zerstöre: eine Ansicht, die nach den Resultaten der Untersuchungen von Soxhlet, Egger u. v. A., sowie nach den meinigen unrichtig ist. Durch die Ausdehnung des Fettes bei der Trockentemperatur werden die Membranen der Milchkügelchen gesprengt, worauf das schmelzende Fett den Marmor, Gyps oder Quarzsand durchtränkt.

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 9 S. 432.

Auch mit der Hoppe-Seyler'schen Methode ist Schukowsky nicht zufrieden, weil die Alkalilösung eine Veränderung des Fettes bewirke und der Aether durch Zersetzungsproducte des Milchzuckers sich bräune.

Man kann sich leicht überzeugen, dass diese Beobachtung nicht richtig ist, resp. auf Versuchsfehlern beruht.

Auch M. Löwit [1]) misslang es, bei der Hoppe-Seyler'schen Methode von der Natronlauge den Aether klar abzuheben. Mir ist dies durchweg leicht und anstandslos gelungen. Wenn man nicht allen Aether abgiesst, sondern beim jedesmaligen Auswaschen eine dünne Schichte im Kölbchen zurücklässt, dann erhält man eine klare, von jeder fremden Beimengung freie Aetherfettlösung und nach dem Verdunsten des Aethers reines Milchfett.

Will man rascher arbeiten, dann kann man mit dem Drechsel-schen Quecksilberscheidetrichter die Aetherfettlösung bis auf den letzten Tropfen von der Kalilauge abscheiden, ohne dass es nothwendig ist, wie Löwit vorschlägt, die Aetherfettlösung mit Wasser zu waschen.

In Löwit's Abhandlung fällt es uns auf, was anderen entgangen zu sein scheint, dass der Verfasser mit unreinem Aether arbeitete; denn er sagt, er habe so lange „mit Aether gewaschen, bis das Filtrat auf einem Uhrglas keinen grösseren Rückstand hinterliess als das reine Lösungsmittel (Aether) für sich“ [2]). Trotzdem stimmen seine nach Trommer und Hoppe-Seyler ausgeführten Fettbestimmungen bis auf 0,02 % überein.

Die aräometrische Methode theilt mit der gewichtsanalytischen den Vorzug, dass man mit derselben bei künstlicher Beleuchtung ebenso gut wie am Tage arbeiten kann, was bei der optischen Methode von Feser u. A. bekanntlich nicht der Fall ist.

Zur Prüfung der Feser'schen Methode habe ich in 14 Milchsorten vergleichende Bestimmungen ausgeführt.

Dabei hielt ich dasselbe Verfahren ein, welches ich, wie oben erwähnt, bei Ausführung der aräometrischen Analysen beobachtete,

---

1) Archiv f. d. ges. Physiologie Bd. 9 (1874) S. 68.

2) a. a. O. S. 68.

Tabelle V.

Fettbestimmung der Milch nach Feser und Soxhlet.
Gewichtsprocente.

Nummer der Milchprobe	Nach Feser's Methode	Nach Soxhlet's Methode	Die Feser'sche Methode ergab mehr (+) od. weniger (—) als die Soxhlet'sche
Probe I	3,70	3,37	+ 0,33
„ I	3,50	3,37	+ 0,13
Mittelzahlen	3,60	3,37	+ 0,23
Probe II	3,00	3,18	— 0,18
„ II	2,95	3,18	— 0,23
Mittelzahlen	2,98	3,18	— 0,20
Probe III	3,25	2,60	+ 0,65
„ III	2,90	2,60	+ 0,30
Mittelzahlen	3,08	2,60	+ 0,48
Probe IV	3,25	3,16	+ 0,09
„ IV	3,25	3,16	+ 0,09
Mittelzahlen	3,25	3,16	+ 0,09
Probe V	2,75	2,71	+ 0,04
„ V	2,90	2,71	+ 0,19
Mittelzahlen	2,83	2,71	+ 0,12
Probe VI	3,25	3,05	+ 0,20
„ VI	3,20	3,05	+ 0,15
Mittelzahlen	3,23	3,05	+ 0,18
Probe VII	3,00	3,17	— 0,17
„ VII	3,55	3,17	+ 0,38
Mittelzahlen	3,28	3,17	+ 0,11
Probe VIII	3,10	3,17	— 0,07
„ VIII	3,50	3,17	+ 0,33
Mittelzahlen	3,30	3,17	+ 0,13
Probe IX	3,25	3,26	— 0,01
„ IX	3,10	3,26	— 0,16
Mittelzahlen	3,18	3,26	— 0,08
Probe X	3,20	2,90	+ 0,30
„ X	3,20	2,90	+ 0,30
Mittelzahlen	3,20	2,90	+ 0,30
Probe XI	3,70	3,29	+ 0,41
„ XI	3,80	—	+ 0,51
Mittelzahlen	3,75	3,29	+ 0,46
Probe XII	3,60	3,45	+ 0,15
„ XII	3,80	3,45	+ 0,35
Mittelzahlen	3,70	3,45	+ 0,25
Probe XIII	2,80	2,57	+ 0,23
„ XIII	3,00	2,57	+ 0,43
Mittelzahlen	2,90	2,57	+ 0,33
Probe XIV	3,10	2,96	+ 0,14
„ XIV	3,50	2,97	+ 0,53
Mittelzahlen	3,30	2,965	+ 0,335

d. h. es wurden mir die zu jeder einzelnen Bestimmung nöthigen 4 ccm Milch von einem Dritten übergeben, so dass ich jeweils nicht wusste, ob ich momentan eine Controlprobe oder eine neue Milchsorte untersuchte.

Ich unterlasse es, das Resultat mit demjenigen der Gewichtsanalyse und der Hoppe-Seyler'schen Methode zu vergleichen, und begnüge mich, dasselbe mit dem Ergebniss der aräometrischen Analyse in Parallele zu stellen, da die genannten drei Methoden nahezu identische Werthe ergeben haben.

Im Mittel von 14 Untersuchungen wurde, wie Tabelle V zeigt, im Vergleich zur aräometrischen Methode, der Fettgehalt nach Feser um 0,25 % zu hoch bestimmt.

Mitunter kommt jedoch eine Probe zur Untersuchung, bei welcher aus irgend welchen, noch zu ermittelnden Gründen die Differenzen zwischen der optischen und aräometrischen Methode bis zu 0,6 % betragen.

Das mit der vorläufigen Milchcontrole betraute niedere Polizeipersonal in Leipzig ist, wie die Erfahrung zeigt, im Stande, mit der Feser'schen Methode schon geringe Abweichungen von dem im Milchregulativ normirten Fettgehalt zu erkennen. Da die genaue Feststellung der Fettmenge von vorn herein nicht nothwendig erscheint, insofern die Bestrafung des Lieferanten erst nach der genauen, vom Chemiker ausgeführten Untersuchung der verdächtigen Probe erfolgt, so ist die optische Methode bei der Marktcontrole immerhin verwendbar und vorläufig sogar unentbehrlich.

Die Unsicherheit und Ungenauigkeit der Feser'schen Methode hat übrigens auch ihre gute Seite; denn wären die Landwirthe im Besitz einer ebenso einfachen, aber vollkommen genauen Fettbestimmungsmethode, dann würden gewiss Viele die fettreichere Milch zum Theil entrahmen und so viel Wasser zusetzen, bis der statutenmässig verlangte Fettgehalt gerade vorhanden ist.

Beitrag zur Kenntniss des Stoffverbrauchs beim hungernden Huhn.

Von

Dr. Franz Kuckein

aus Danzig.

(Aus dem Physiologischen Institut zu München.)

Die Versuche über den Stoffverbrauch hungernder Hunde und Katzen haben ergeben[1]), dass die Grösse des Eiweisszerfalls bei denselben vor allem von der Masse der Organe, aber auch von dem Fettreichthum des Körpers abhängig ist; je mehr Fett in letzterem abgelagert ist, desto weniger wird Eiweiss zerlegt, wogegen ein, z. B. durch längeres Hungern, fettarm gewordener Organismus Eiweiss in steigenden Quantitäten zersetzt. Der Fettumsatz richtet sich, bei gleicher Arbeitsleistung, nach der Menge des in Zerfall gerathenen Eiweisses; sind die Bedingungen der Zersetzung in den Zellen nach der Zerstörung des zur Verfügung stehenden leichter zerlegbaren Eiweisses noch nicht erschöpft, dann wird erst das schwerer zersetzbare Fett angegriffen.

Diese für den Fleischfresser gültigen Sätze wurden von M. Rubner[2]) jüngst für den Pflanzenfresser (Kaninchen) vollauf bestätiget: der hungernde Pflanzenfresser verhält sich in Hinsicht des Stoffumsatzes nicht principiell anders wie der Fleischfresser. Namentlich konnte dargethan werden, dass die wegen der Abnahme des Fettes stattfindende Erhöhung des Eiweissverbrauchs um so später eintritt, je mehr Fett ursprünglich am Körper angesammelt

1) Voit, Ztschr. f. Biologie Bd. 2 (1866) S. 307; Voit in Hermann's Handb. d. Physiologie Bd. 6 Thl. 1 S. 88—95 u. S. 312.

2) M. Rubner, Ztschr. f. Biologie Bd. 17 (1881) S. 214.

war; bei von Anfang an schwachen und fettarmen Thieren ist in wenigen Tagen die Steigerung des Eiweisszerfalls ersichtlich, wobei zuletzt ausschliesslich Eiweiss zerstört wird.

Es ist zwar von vorn herein zu erwarten, dass bei anderen Thierarten die nämlichen Gesetze gelten und dass bei ihnen der Zerfall jener Stoffe nur durch die verschiedene Zusammensetzung des Organismus, vor allem durch den Eiweiss- und Fettgehalt desselben, modificirt werde. Es war aber dennoch von besonderem Interesse zu untersuchen, wie sich in dieser Beziehung die Vögel verhalten und zwar erstens deshalb, weil man für gewöhnlich meint, der Stoffwechsel der Vögel wäre ein viel lebhafterer und ihr Sauerstoffverbrauch ein wesentlich grösserer als bei den Säugethieren, eine Annahme, welche sich wohl hauptsächlich auf die Thatsache der höheren Eigenwärme bei den Vögeln stützt, und zweitens, weil in directem Gegensatz zu dieser Vorstellung die Versuche von Schimanski[1]) an hungernden Hühnern auffallend kleine Mengen des in den Excrementen ausgeschiedenen Stickstoffs ergeben haben und ferner diese Thiere auch in ihrer Nahrung für gewöhnlich äusserst geringe Quantitäten von Eiweiss, aber relativ viel stickstofffreie Stoffe aufnehmen.

Es liegen mehrfache Untersuchungen der Zersetzungsvorgänge an hungernden Hühnern und anderen Vögeln vor.

Zunächst wurden nur die Gewichtsverhältnisse der Thiere und ihrer einzelnen Organe während des Hungers berücksichtigt bei den bekannten Untersuchungen von Chossat[2]) (an Hühnern, Tauben und Krähen), sowie bei denen von Schuchardt[3]) (an Tauben). Es ist hieraus jedoch nichts über den Umsatz der einzelnen Stoffe im Organismus zu entnehmen.

Ueber die Ausscheidung der Harnsäure und des Harnstoffs oder des Gesammtstickstoffs bei drei hungernden Hühnern liegen

1) Schimanski, Ztschr. f. physiol. Chemie Bd. 3 (1879) S. 396.

2) Chossat, Mém. présentés par divers savants à l'Académie royale des sciences de l'Institut de France T. 8 (1843) p. 438.

3) Schuchardt, Quaedam de effectu, quem privatio singularum partium nutrimentum constituentium exercet in organismum ejusque partes; diss. inaug., Marburg 1847.

die vorher schon erwähnten Angaben von Schimanski vor, welcher jene Excretionen bis zum Tode der Thiere verfolgte, so dass sich daraus die Grösse der Eiweisszersetzung an den einzelnen Hungertagen feststellen lässt.

Bestimmungen der Ausscheidung der Kohlensäure sind von Letellier [1]) und von Boussingault [2]) an hungernden Turteltauben, später von Regnault und Reiset [3]), zugleich mit Ermittlung der Sauerstoffaufnahme, an verschiedenen Vögeln (an Hühnern, Enten und kleinen Singvögeln) gemacht worden.

Aber solche isolirte Messungen des Gasaustausches ohne gleichzeitige Bestimmung des Eiweissverbrauchs geben uns keine Einsicht in den Stoffumsatz im Körper, da man aus ersteren allein nicht weiss, ob bei einer Zu- oder Abnahme der Kohlensäure und des Sauerstoffs der Zerfall des Eiweisses oder der des Fettes sich geändert hat. Ja, es kann bei einem Gleichbleiben der Quantität der gasförmigen Producte doch eine tiefe Alteration im Umsatz stattgefunden haben.

Es war daher nothwendig, an ein und demselben Thiere zu gleicher Zeit die Ausscheidung des Stickstoffs und des Kohlenstoffs zu messen, um daraus die Zersetzung des Eiweisses und des Fettes berechnen zu können.

Zu dem Ende wurde das Huhn in einen passenden hölzernen Zwangsstall gesetzt, wie ihn J. Forster und Knieriem [4]) für Tauben eingerichtet hatten, aus welchem nur Kopf und Hintertheil des Thieres hervorragen, so dass eine vollständige Sammlung der Excremente in einer untergestellten Schale leicht möglich ist. Die in frischem Zustande schwach sauer oder neutral reagirenden Ex-

---

1) Letellier, Annal. de Chim. et de Physiq. [3] T. 11 (1844) p. 150.

2) Boussingault, Annal. de Chim. et de Physiq. [3] T. 11 (1844) p. 433. Boussingault hat zwar auch das Gewicht der Excremente während des Hungers und ihren Stickstoffgehalt bestimmt, aber man ist nicht im Stande, aus seinen Versuchen zu entnehmen, wieviel täglich an Eiweiss und an Fett zersetzt wird.

3) Regnault und Reiset, Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 73 (1850) S. 259 u. 287. (Versuch Nr. 51, 54 u. 59 an hungernden Hühnern.)

4) J. Forster, Ztschr. f. Biologie Bd. 12 (1876) S. 454; Knieriem, Ztschr. f. Biologie Bd. 13 (1877) S. 39.

cremente wurden dann bei 100° unter Zusatz von Oxalsäure oder Weinsäure getrocknet und in der trockenen Substanz der Stickstoffgehalt nach Will-Varrentrapp's Methode bestimmt.

Die Ermittlung der Kohlensäureausscheidung im Athem geschah in dem nach Pettenkofer's Princip gebauten kleinen Voit-schen Respirationsapparat, in welchen das im Zwangsstall befindliche Thier eingesetzt worden war.

Die Excremente wurden von jedem Tage, hie und da auch von zwei Tagen, gesammelt. Eine scharfe Abtrennung der auf den einen oder die beiden Tage treffenden Excremente ist dabei allerdings nicht gegeben, da man nicht weiss, ob bei Beginn oder am Ende jedes Versuchstags die Cloake vollkommen entleert war, aber man ersieht doch sowohl aus meinen Zahlen als auch aus denen von Schimanski und Anderen, dass die Entleerung ziemlich regelmässig vor sich geht.

Das Thier erhielt Wasser zum Saufen vorgesetzt, da kleinere Mengen desselben keinen irgend erheblichen Einfluss auf die Stoffzersetzung ausüben.

Ich habe die betreffenden Versuche an zwei Hühnern angestellt und zwar unter beständiger Beihilfe von Herrn Dr. Erwin Voit, Assistenten am Physiologischen Institut, dem ich hierfür auch öffentlich den besten Dank sage.

I. Versuch.

Ein Hahn, bisher mit gemischtem Futter ernährt, erhielt die letzte Nahrung den 16. Juli 1880 und kam den 17. Juli bei einem Körpergewicht von 1884,6 g um 11 Uhr Vormittags in den Zwangsstall. Das Thier ging am 9. Hungertage zu Grunde.

Die Reaction der Excremente war schwach sauer, mit Ausnahme vom 2. und 9. Tag, wo sie neutral gefunden wurde.

Die Darmentleerungen erschienen im Verhältniss zum Harn sehr copiös zu sein, derart, dass die schmutzig-dunkelgrün gefärbten consistenteren Kothmassen in einer reichlichen, gelblich gefärbten Flüssigkeit schwammen, untermischt mit einem hellen Schleim und den weissen Harnsäureballen. Namentlich auffallend erschien die dünnflüssige Entleerung am letzten Tage.

Entsprechend dieser reichlichen Flüssigkeitsausscheidung nahm das Thier das ihm bei Beginn jedes Versuchstages gereichte Wasser mit grosser Gier und in ziemlich bedeutenden Quantitäten auf (bis 20ccm und darüber).

Während der ganzen Versuchsdauer verhielt sich der Hahn in dem Zwangskäfige meistentheils vollständig ruhig.

Nach dem Tode fand sich bei der Section der Körper stark abgemagert; mit unbewaffnetem Auge war kein Fett, weder im Unterhautzellgewebe noch in der Bauchhöhle, zu bemerken. Im Bauchraum waren etwa 5ccm einer serösen Flüssigkeit, im Kropfe ein schaumiger, gelblich gefärbter Schleim, im Magen einige Steinchen mit wenig Schleim; der spärliche Darminhalt reagirte schwach alkalisch.

Die Organe hatten folgendes Gewicht:

Knochen [1]	217,20g
Muskeln und Haut	619,05
alle Eingeweide	195,65
Hirn und Rückenmark [2] . .	45,49
Blut gesammelt	36,88
Mageninhalt	14,92
Darminhalt	6,48
Federn	104,66
Gesammtgewicht	1240,33g

Die Gewichtsverhältnisse des Körpers während der ganzen Hungerreihe gibt die folgende Tabelle an:

Tag	Körper-gewicht	Abnahme des Gewichts		
		im Tag	im Ganzen	in %
1.	1884,6	100,8	100,8	5,35
2.	1783,8	62,1	162,9	8,64
3.	1721,7	72,5	235,4	12,49
4.	1649,2	88,7	324,1	17,20
5.	1560,5	103,5	427,6	22,69
6.	1457,0	94,8	522,4	27,72
7.	1362,2	54,8	577,2	30,63
8.	1307,4	34,2	611,4	32,44
9.	1273,3	32,1	644,3	34,19
10.[3]	1240,33	—	—	—

1) Die Knochen enthielten 120,9g = 55,66% Trockensubstanz und 96,3g = 44,34% Wasser.

2) Mit von den Knochen abgeschabten Resten.

3) Das Thier verendete in der Nacht des 9. Hungertages, so dass auf den 9. Tag nur die Ausscheidungen von etwas über 12 Stunden treffen.

Die 24stündigen Ausscheidungen in den Excrementen und in der Respiration ergaben:

Tag	Excremente			Respiration			
	trocken	% N	N im Tag	Ventilation in Liter	CO_2 in 100 L. äusserer Luft in Mg.	CO_2 in 100 L. innerer Luft in Mg.	CO_2 im Tag in Grm.
1.	—	—	—	—	—	—	—
2.	14,770	21,38 21,33	3,155	—	—	—	—
3.	11,244	27,13 26,93	3,040	35800,98	59,72 60,76	165,72 159,40	36,632
4.	11,244	27,13 26,93	3,040	—	—	—	—
5.	10,940	24,49 24,50	2,686	38924,12	59,52 60,25	139,97 146,24	32,393
6.	10,940	24,49 24,50	2,686	—	—	—	—
7.	11,557	23,59 23,91	2,745	44294,41	55,85 56,57	121,59 119,96	28,600
8.	11,557	23,59 23,91	2,745	—	—	—	—
9.	8,477	22,12 22,48	1,890	—	—	—	—

Mit Hilfe dieser Zahlen vermag man nun zu berechnen, wieviel Eiweiss und Fett im Thierkörper an den einzelnen Hungertagen zersetzt worden ist. Die Stickstoffmengen der Excremente lassen den Umsatz des Eiweisses (mit 15,5 % Stickstoff) oder auch des Fleisches (mit 3,4 % Stickstoff) erkennen. Aus dem im Athem und in den Excrementen ausgeschiedenen Kohlenstoff erhält man den Verbrauch der kohlenstoffhaltigen Stoffe. Dr. Rubner fand in den Excrementen eines Huhns am 3. Hungertage ein Verhältniss von Stickstoff zum Kohlenstoff wie 1 : 1,208 [1]). Aus der Menge des zersetzten Eiweisses oder Fleisches (mit 12,52 % Kohlenstoff) lässt

1) Es treffen:

im Harnstoff	auf	1	Theil	N :	0,4300	Theil C
Hundeharn (Hunger)	„	1	„	„	0,7462	„ „
Kaninchenharn (Hunger)	„	1	„	„	0,7956	„ „
in der Harnsäure	„	1	„	„	1,0717	„ „
Huhnexcremente (Hunger)	„	1	„	„	1,2080	„ „

sich der darin vorhandene Kohlenstoff berechnen; der darüber hinaus entfernte Kohlenstoff kann nur in Fett (mit 76,50 % Kohlenstoff) enthalten gewesen sein.

Auf diese Weise bekömmt man folgende Werthe für die 24 stündige Eiweiss- und Fettzersetzung im Organismus des Huhns:

Tag	mittleres Körpergewicht	Eiweiss zersetzt	Fleisch zersetzt	Fett [1]) zersetzt	auf 1kg Körpergewicht			
					Eiweiss zersetzt	Fleisch zersetzt	Fett zersetzt	CO_2 im Athem
2.	1753	20,35	92,78	—	11,61	52,93	—	—
3.	1686	19,61	89,41	3,23	11,63	53,04	1,91	21,73
4.	1605	19,61	89,41	—	12,22	55,71	—	—
5.	1509	17,33	78,99	2,86	11,84	52,35	1,88	21,47
6.	1410	17,33	78,99	—	12,29	56,04	—	—
7.	1335	17,71	80,72	1,32	13,27	60,47	0,99	21,43
8	1290	17,71	80,72	—	13,72	61,01	—	—
9.[2])	1257	12,19	55,59	—	9,70	44,23	—	—

II. Versuch.

Dieser zweite Versuch wurde an einem Huhn von wesentlich geringerem Gewicht als der zum ersten Versuch dienende Hahn angestellt. Dasselbe verzehrte vom 12. bis 22. November 1880, also während 11 Tagen, 300g lufttrockenen Weizen, im Tag also 27,3g. Dabei schwankte das Körpergewicht von 1009,5 bis zu 1018,5g. Wegen eintretender Mauserung und mangelnder Fresslust wird der Versuch bis zum 4. Januar 1881 ausgesetzt. Vom 4. bis 10. Januar, also während 7 Tagen, frisst die Henne 229,3g Weizen, somit täglich 32,8g. Das Körpergewicht steigt dabei auf 1037,5g.

1)

Tag	Kohlenstoff				
	in den Excrementen	im Athem	Gesammt-C	C im Fleisch	C im Fett
2.	3,811	—	—	—	—
3.	3,672	9,990	13,662	11,194	2,468
4.	3,672	—	—	—	—
5.	3,244	8,834	12,079	9,900	2,189
6.	3,244	—	—	—	—
7.	3,315	7,800	11,115	10,106	1,009
8.	3,315	—	—	—	—
9.	2,283	—	—	—	—

2) Dauer des Versuchs nur etwas über 12 Stunden.

Von da an werden dem Thier täglich 50,0g Weizen theilweise durch Zwangsfütterung beigebracht (vom 11. bis 15. Januar 250,0g), zum letzten Male am 15. Januar, an welchem Nachmittags gegen 4 Uhr die letzte Fütterung stattfindet. Bei Beginn dieses Tages (um 11 Uhr Vormittags) hatte die Henne ein Gewicht von 1020,2g, das bis zum 16. Januar Vormittags 11 Uhr auf 997,0g absinkt. Mit diesem Zeitpunkt beginnt die Hungerreihe und die Einsetzung des Thieres in den Zwangskäfig. Der Hunger wurde hier, obwohl die Henne fast um die Hälfte leichter war als der Hahn, 12 Tage lang ertragen.

Zu Anfang jedes Versuchstages wurde dem Huhn Wasser angeboten. Es trank jedoch in der Regel nur wenig davon, am 4. und 11. Tage gar nichts. Bloss am 8. Tage nahm es eine etwas grössere Menge von Wasser (über 10ccm) zu sich.

Die Excremente reagirten stets sauer, am 10. Tage sogar stark sauer; am 11. und 12. Tage dagegen wird die saure Reaction schwächer, während zugleich die Quantität der Entleerungen zunimmt. Die Ausscheidungen werden allmählich dünnflüssiger, am letzten Hungertage entschieden diarrhöisch; dabei sind die Harnsäuresedimente mehr mit den reichlicheren Darmentleerungen gemischt, so dass das Ganze als eine breiartige bräunliche Flüssigkeit erscheint.

Am 1. und 2. Tage findet sich in den Entleerungen noch Koth in grösserer Menge, von der vorhergehenden Weizenfütterung herrührend. Derselbe liess sich ganz gut, wenn auch nicht absolut genau, von den ziemlich festen, weissen Harnsäureballen trennen. Eine beträchtliche Quantität von schleimiger Darmflüssigkeit wurde noch am 4. Tage verzeichnet; an diesem, sowie am vorhergehenden Tage trat die Entleerung der Cloake einige Minuten nach Schluss des Versuchstages ein. An den späteren Tagen wird die Darmentleerung geringer, und nur am 10. Tage fand nochmals eine Absonderung von etwas Hungerkoth statt, dessen Trennung vom Harn jedoch unthunlich war und auch als bedeutungslos unterlassen wurde.

Während des ganzen Versuchs war die Henne ziemlich unruhig; man musste ihr daher, um etwaige Verluste an Excrementen

zu verhüten, die Flügel am Deckel des Holzkäfiges befestigen und die Beine zusammenbinden. Das Thier erschien noch am 9. und 10. Hungertage, wenn auch herabgekommen, so doch völlig kräftig und munter; der Tod erfolgte am 12. Tage Morgens zwischen 8 und 8¼ Uhr.

Das Huhn zeigte sich nach Ausrupfen der Federn schon bei äusserlicher Betrachtung sehr abgemagert. Bei der Section fanden sich nur an wenigen Stellen, z. B. in der Achselhöhle, noch minimale Reste von sichtbarem Fettgewebe; im Uebrigen war jede Spur von Fett verschwunden.

Kropf und Speiseröhre waren ganz leer; der Magen und der Darm enthielten einen grün gefärbten Schleim mit Steinchen. Die Gallenblase war stark gefüllt mit 1,41 g dickflüssiger, dunkelgrüner Galle.

Die hauptsächlichsten Organe zeigten folgende Gewichte:

Knochen	125,57 g
Muskeln und Haut	322,50
Trachea	1,22
Lunge	4,30
Herz	3,95
Leber mit Gallenblase	12,70
Kropf und Speiseröhre	4,14
Magen und Darm leer	31,64
Nieren	6,20
Uterus und Eierstöcke	8,40
Pankreas und Blutgefässe	3,05
Hirn und Rückenmark	5,25
Blut gesammelt	4,80
Mageninhalt	8,04
Darminhalt	2,82
Federn	62,92
Gesammtgewicht	607,50 g

In den Knochen, in den Muskeln mit Haut und Herz und in sämmtlichen Eingeweiden mit Blut, Gehirn etc. wurden zunächst Bestimmungen des Gehaltes an Wasser und festen Theilen und dann in der Trockensubstanz Bestimmungen des Gehaltes an Stickstoff und Fett ausgeführt, wobei sich ergab:

Organe		% Wasser	Wasser in Grm.	feste Theile in Grm.	% Stickstoff	Stickstoff in Grm.	% Fett	Fett in Grm.
in den Knochen	125,57 g	50,90	63,92	61,65	7,21 7,12	4,419	1,68	1,035
in den Muskeln	326,45 g	75,82	253,15[1])	73,30	14,75 14,72	10,800	3,12	2,285
in den Eingeweiden	81,70 g	81,58	66,65	15,05	14,38 13,88	2,126	4,08 4,13	0,617
Summe ohne Federn und Darminhalt		—	383,72	150,00	—	17,345	—	3,937

Die Gewichtsverhältnisse des Körpers während der 12 tägigen Hungerreihe gestalteten sich folgendermassen:

Tag	Körpergewicht	Abnahme des Gewichts im Tag	im Ganzen	in %
1.	997,0	26,6	26,6	2,67
2.	970,4	24,1	50,7	5,08
3.	946,3	30,9	81,6	8,18
4.	915,4	—	—	—
5.	(883,7)	—	—	—
6.	(851,9)	—	—	—
7.	(820,2)	—	208,5	20,91
8.	788,5	—	—	—
9.	(752,3)	—	—	—
10.	(716,1)	—	—	—
11.	(679,9)	—	—	—
12.	(643,7)	—	389,5	39,07
13.	607,5	—	—	—

Die Ausscheidungen in den Excrementen und im Athem ergaben:

Tag	Excremente trocken	% N	N im Tag	Respiration: Ventilation in Liter	CO_2 in 100 L. äuss. Luft in Mg.	CO_2 in 100 L. inn. Luft in Mg.	CO_2 im Tag in Grm.	Versuchsdauer
1.	K. 0,544	6,22 6,94	0,036	—	—	—	—	—
	H. 1,252	22,13 21,97	0,276					
2.	K. 0,561	6,77 6,22	0,036	32146,02	92,12	173,71 175,61	27,041	23h 31'
	H. 1,223	22,50 22,54	0,276					
3.	—	—	—	—	—	—	—	—
4.	1,920	24,60 25,20	0,478	32504,81	82,04	170,64 169,81	28,952	23h 46'

1) Während der Präparation verdunsteten 23,30 g Wasser, welche zu der Wassermenge der Muskeln und der Haut hinzugerechnet wurden.

Tag	Excremente			Respiration					
	trocken	% N	N im Tag	Ventilation in Liter	CO_2 in 100 L. äuss. Luft in Mg.	CO_2 in 100 L. inn. Luft in Mg.	CO_2 im Tag in Grm.	Versuchsdauer
5.	2,642	24,20 24,20	0,639	—	—	—	—	—
6.	2,790	28,79 28,89	0,805	38716,21	134,77	215,15 211,74	30,458	24 h
7.	2,726	25,50 25,00	0,688	—	—	—	—	—
8.	4,742	26,76 25,75	1,351	38413,01	75,78	153,28 151,32	29,394	24 h
9.	4,737	24,93 24,76	1,177	—	—	—	—	—
10.	5,270	26,64 26,62	1,403	40757,43	96,01	158,11 158,14	25,314	24 h
11.	5,660	28,06 28,18	1,592	—	—	—	—	—
12.[1]	3,807	28,05 28,09	1,069	25603,74	187,21	195,86 197,96	15,286	21 h

Aus diesen Zahlen berechne ich wiederum auf die vorher angegebene Weise, wie sich an den einzelnen Hungertagen der Verbrauch an Eiweiss und an Fett gestaltet; es hat sich ergeben:

Tag	mittleres Körpergewicht	Eiweiss zersetzt	Fleisch zersetzt	Fett[2]) zersetzt	auf 1 kg Körpergewicht			
					Eiweiss zersetzt	Fleisch zersetzt	Fett zersetzt	CO_2 im Athem
1.	984	2,01	9,17	—	2,04	9,32	—	—
2.	958	2,01	9,17	8,58	2,10	9,57	8,96	28,23
3.	931	—	—	—	—	—	—	—
4.	900	3,09	14,06	8,78	3,43	15,62	9,76	32,17
5.	868	4,13	18,81	—	4,75	21,67	—	—
6.	836	5,19	23,67	8,26	6,21	28,31	9,88	36,43
7.	804	6,58	29,99	—	8,18	37,30	—	—
8.	770	6,58	29,99	7,18	8,54	38,96	9,32	38,17
9.	734	7,59	34,61	—	10,34	47,15	—	—
10.	698	9,05	41,28	4,49	12,97	59,14	6,43	36,27
11.	682	10,27	46,81	—	15,05	68,63	—	—
12.[3])	626	6,89	31,43	1,99	11,01	50,20	3,18	24,42

1) Das Thier verendete 3 Stunden vor Schluss des 12. Hungertages.

2)

Tag	Kohlenstoff				
	in den Excrementen	im Athem	Gesammt-C	C im Fleisch	C im Fett
1.	0.334	—	—	—	—
2.	0,333	7,375	7,708	1,148	6,560
3.	—	—	—	—	—
4.	0,578	7,896	8,474	1,760	6,713
5.	0,772	—	—	—	—
6.	0,972	8,307	9,279	2,964	6,316
7.	1,232	—	—	—	—
8.	1,232	8,017	9,249	3,755	5,494
9.	1,422	—	—	—	—
10.	1,695	6,904	8,599	5,168	3,431
11.	1,923	—	—	—	—
12.	1,291	4,169	5,460	3,935	1,525

3) Dauer des Versuchs nur 21 Stunden.

III. Betrachtungen und Schlussfolgerungen.

Die hungernden Hühner gehen, wie sich aus meinen und Anderer Versuche ergibt, in sehr ungleicher Zeit zu Grunde. Es kann nicht zweifelhaft sein, dass der entscheidende Factor dabei die Menge des am Körper abgelagerten Fettes ist. Mein Huhn Nr. 1 (von 1885 g Gewicht) hielt, obwohl es ein sehr grosses Thier war, den Hunger doch bloss 9 Tage aus, da sich an seinem Körper nur äusserst wenig Fett befand; das fettreichere, kleinere Huhn Nr. 2 (997 g schwer) lebte 12 Tage ohne Nahrung. Schimanski's fleischiges, aber nicht sehr fettes Huhn Nr. 1 von 1120 g Gewicht hungerte 11 Tage, sein 954 g schweres, ebenfalls nicht sehr fettes Huhn Nr. 2 ertrug den Hunger nur 8 Tage, das 1990 g schwere, ausserordentlich fettreiche Huhn Nr. 3 erlag erst nach 35 Tagen und zeigte bei der Section noch ein beträchtliches Quantum von Fett am Körper abgelagert. Es ist die nämliche Beobachtung, welche auch an anderen Thierarten gemacht worden ist, z. B. an Katzen von Voit, an Hunden von Fr. Hofmann und Falck, und an Kaninchen von Rubner. Es soll nachher noch näher erörtert werden, warum das Fett diese den Hungertod verzögernde Wirkung besitzt.

Die beiden Versuche von mir und die drei von Schimanski haben ferner gelehrt, dass der Gang der Stickstoffausscheidung beim hungernden Huhn, ähnlich wie es von Voit für den Hund und die Katze, sowie von Rubner für das Kaninchen gezeigt worden ist, ein sehr verschiedener sein kann. Bei denjenigen Hühnern, welche den Hunger längere Zeit ertragen, sinkt anfangs die Stickstoffausscheidung langsam etwas ab, bleibt dann längere Zeit fast unverändert, um an den letzten Tagen meist wieder etwas zu steigen und zwar über die Grösse am ersten Hungertage. Bei den anderen, in kürzerer Zeit erliegenden Hühnern findet sich dagegen zumeist in wenigen Tagen eine sehr beträchtliche Erhöhung der Stickstoffabgabe, so dass letztere über das Fünffache der am ersten Hungertage betragen kann. Es wurde nämlich an Stickstoff abgegeben bei Beginn des Hungers und am Tage vor dem Hungertode, an welchem das Maximum der Ausscheidung stattfand:

Huhn	Hungertag	Körperzustand	Körpergewicht	Stickstoff	
				im Tag	auf 1 Kilo
Nr. 1 von Schimanski	1.	mittelfett	1120	0,251	0,224
Nr. 1 „ „	9.	fettlos	745	2,043	2,742
Nr. 2 von Schimanski	1.	mittelfett	945	0,322	0,341
Nr. 2 „ „	6.	fettlos	660	1,797	2,715
Nr. 3 von Schimanski	1.	sehr fettreich	1950	0,396	0,203
Nr. 3 „ „	32.	fettreich	1155	0,608	0,526
Nr. 1 von mir	2.	fettarm	1885	3,154	1,768
Nr. 1 „ „	8.	fettlos	1307	2,744	2,100
Nr. 2 von mir	1.	mittelfett	997	0,312	0,312
Nr. 2 „ „	11.	fettlos	680	1,592	2,341

Es ist, wie aus diesen Zahlen wiederum erhellt, nicht möglich, richtige Durchschnittswerthe für die Eiweisszersetzung an einer Thierart zu bekommen, wenn man nicht auf die Körperbeschaffenheit, besonders auf den relativen Fettgehalt derselben, Rücksicht nimmt; denn es ist nicht zweifelhaft, dass für die grossen Differenzen in dem Eiweissverbrauch der Fettgehalt des Organismus vor allem maassgebend ist.

Das äusserst fettreiche Thier Nr. 3 von Schimanski zersetzt, auf 1kg Körpergewicht berechnet, am 1. Hungertage nur 1,31g Eiweiss, am 32. Hungertage 3,40g. Es ist diese gegenüber den folgenden Reihen nur unbeträchtliche Steigerung in der Zersetzung des Eiweisses trotz des langen Hungers allein dadurch erklärlich, dass im verhungerten Thier noch ansehnliche Mengen von Fett gefunden wurden, während die übrigen Thiere bei der Section ganz fettlos sich zeigten. Eine allmähliche geringe Zunahme im Eiweisszerfall musste sich aber wegen der fortwährenden absoluten und relativen Abnahme des Fettes im Körper ergeben. Dieses Huhn ist daher nicht aus Mangel an Fett, sondern aus Mangel an eiweissartiger Substanz, welche zur Ermöglichung der Lebenserscheinungen nicht mehr ausreichte, zu Grunde gegangen.

Ganz anders verhalten sich dagegen die drei Thiere, welche bei Beginn des Hungers als mittelfette bezeichnet werden können, das Huhn Nr. 1 und 2 von Schimanski und Nr. 2 von mir. Dieselben verbrauchen anfangs auf 1 Kilo fast die nämliche Menge

von Eiweiss wie das sehr fettreiche Huhn Nr. 3 von Schimanski, nämlich 1,45, 2,20 und 2,01 g im Tag. Aber in 6—11 Tagen hat der Umsatz schon so sehr zugenommen, dass täglich 17,69, 17,51 und 10,27 g Eiweiss zerfallen. Deshalb wird bei ihnen dem Leben auch viel früher ein Ende gesetzt als bei dem fettreichen Organismus, in dem die spätere tägliche Eiweissabgabe eine wesentlich geringere ist; das fettreiche, 1910 g schwere Huhn hat in 33 Hungertagen nicht mehr Eiweiss verloren als das mittelfette, 997 g schwere Huhn in 12 Tagen, denn ersteres zersetzte im Ganzen bis zum Hungertode 65 g Eiweiss mit 10,07 g Stickstoff, letzteres 66 g Eiweiss mit 10,22 g Stickstoff. Dass bei mittelfetten Thieren der relative Eiweissumsatz gering ist, geht auch aus einem von Dr. M. Rubner angestellten und mir gütigst zur Verwerthung überlassenen Versuch hervor, wobei ein ausserordentlich grosser Hahn, von 3737 g Gewicht, an den drei ersten Hungertagen (28—30. April 1881) folgende Werthe lieferte:

Tag	Körper-gewicht	N im Tag	Eiweiss zersetzt	auf 1 kg Gewicht	
				Stickstoff	Eiweissumsatz
1.	3737	1,693	10,83	0,453	2,90
2.	3637	1,253	8,02	0,344	2,20
3.	3554	1,380	8,83	0,388	2,48

Höchst interessant und wichtig ist das Verhalten meines grossen, von Anfang an fast fettlosen Huhnes Nr. 1. Es zersetzte am 2. Hungertage auf 1 kg Gewicht 11,61 g Eiweiss, also 5—8 mal mehr wie die übrigen Hühner, was nur von der Fettarmuth des grossen, fleischigen Thieres herrührt. Hier konnte selbstverständlich im Verlaufe des Hungers die Eiweisszersetzung nicht zunehmen, da diese Zunahme von einer Abnahme des Fettvorrathes am Körper bedingt ist und an letzterem von Anfang an fast kein Fett vorhanden war; es musste dieselbe im Gegentheil wegen der Verminderung des Eiweissbestandes allmählich kleiner werden, was in der That auch der Fall war. Nur auf gleiches Körpergewicht berechnet zeigte sich an den späteren Hungertagen eine ganz geringfügige Steigerung des Eiweissverbrauchs, durch die Abgabe der geringen Menge von Fett veranlasst. Das Huhn zersetzte zuletzt auf 1 kg täglich die nämliche Menge von Eiweiss (14 g) wie die bei Beginn

des Versuchs mittelfetten Hühner Nr. 1 und Nr. 2 von Schimanski und Nr. 2 von mir, welche 15—18g zerstörten, weil zu dieser Zeit bei allen sämmtliches Fett verschwunden war.

Es kann die hohe Bedeutung des Fettes im Körper für den Verbrauch des Eiweisses nicht leicht so sichtlich dargethan werden wie in diesen Fällen. Das im Organismus abgelagerte Fett bewirkt, dass beim Hunger weniger Organeiweiss gelöst und flüssig wird, also weniger davon unter die Bedingungen des Zerfalls geräth.

Bei den Versuchen von Rubner an hungernden Kaninchen hatte sich ergeben, dass die fettarm gewordenen Thiere an den letzten Hungertagen fast nur mehr Eiweiss und kein Fett zersetzen, und dass in den ersten Tagen der Fettverbrauch etwas abnimmt. Das Gleiche zeigt sich auch bei meinen Versuchen am Huhn. Das mittelfette Thier Nr. 2 zerstörte anfangs täglich reichlich Fett, aber nur wenig Eiweiss, an den späteren Tagen, wo der Eiweissumsatz zunimmt, weniger Fett. Dem entsprechend zersetzt das von Anfang an fettarme Thier Nr. 1 nur Spuren von Fett und fast ausschliesslich Eiweiss. Die anfängliche reichliche Fettzerstörung neben geringem Eiweisszerfall bei mittelfetten Thieren thut auch der eben erwähnte grosse Hahn Rubner's dar, welcher folgende Fettmengen verbrannte:

Tag	CO_2 im Tag	C im Athem u. Excrementen	C im Fett	Fett zersetzt	auf 1kg Gewicht	
					CO_2	Fett zersetzt
1.	105,08	30,70	24,91	32,56	28,12	8,7
2.	73,07	21,44	17,15	22,42	20,09	6,2
3.	71,86	21,27	16,55	21,63	20,21	6,1

Es wird auch daraus wieder der von Voit aus seinen Versuchen am Hunde erschlossene Satz erwiesen, dass die Grösse des Eiweisszerfalls bestimmend ist für den weiteren Gang der Stoffzersetzung im Körper. Die Zellen besitzen das Vermögen, eine gewisse stoffliche Arbeit zu leisten d. h. eine gewisse Menge von Material zu zerlegen. Wird ihnen so viel gelöstes Eiweiss dargeboten, dass ihre Kraft durch die Zersetzung desselben vollständig erschöpft wird, dann wird nichts weiter mehr zersetzt; ist dagegen nach der Zerstörung des disponiblen Eiweisses die Kraft der Zellen noch

nicht verbraucht, dann wird das vorhandene Fett angegriffen, dessen Zerstörung im Weiteren noch abhängig ist von der Grösse der Muskelarbeit.

Kleinere Thiere verbrauchen unter sonst gleichen Umständen verhältnissmässig mehr Eiweiss als grössere. In Rubner's Abhandlung [1]) ist eine Tabelle über die Stickstoffausscheidung hungernder Thiere zusammengestellt, welche ich etwas erweitert und mit den an den Hühnern gewonnenen Resultaten versehen hier einschalte.

Thier	Körpergewicht in Kg.	auf 1 kg Thier N ausgeschieden	Beobachter
Hund	33,000	0,180	Voit
"	3,200	0,530	Rubner
Katze	1,860	0,930	Bidder u. Schmidt
"	2,610	0,730	Voit
"	2,830	0,580	Bidder u. Schmidt
Kaninchen 2, 1—3. Tag	2,814	0,592	Rubner
" 4—5. "	2,494	0,585	"
" 6—8. "	2,253	1,424	"
Kaninchen 3, 3—8. Tag	2,051	0,502	Rubner
" 9—15. "	1,806	0,511	"
" 16—18. "	1,541	1,718	"
Kaninchen 5, 1—7. Tag	1,345	0,477	Rubner
" 8—13. "	1,105	0,584	"
" 15—18. "	0,850	1,665	"
Ochse	408,000	0,080	Grouven
Huhn Nr. 1, Tag 1	1,120	0,224	Schimanski
" " 9	0,745	2,742	"
Huhn Nr. 2, Tag 1	0,945	0,341	Schimanski
" " 6	0,660	2,715	"
Huhn Nr. 3, Tag 1	1,950	0,203	Schimanski
" " 32	1,155	0,526	"
Huhn Nr. 1, Tag 2	1,885	1,768	Kuckein
" " 8	1,307	2,100	"
Huhn Nr. 2, Tag 1	0,997	0,312	Kuckein
" " 11	0,680	2,341	"
Huhn Nr. 1, Tag 1	3,737	0,453	Rubner
" " 3	3,554	0,388	"

1) a. a. O. S. 227.

Es ist sehr auffallend, dass nur das von Anfang an fast fettfreie Huhn (Nr. 1 von mir) und die durch längeren Hunger fettfrei gewordenen Thiere sich der Regel einreihen, wonach in kleineren Organismen der Eiweisszerfall verhältnissmässig bedeutender ist als in grösseren Organismen. Bei den fetten oder mittelfetten Hühnern ist derselbe im Gegensatz dazu an den ersten Hungertagen sehr gering, so gering wie bei Hunden von etwa 20—25 kg Gewicht.

Man darf wohl nach den früheren Erfahrungen von vorn herein vermuthen, dass dabei wiederum das Fett irgendwie betheiliget ist und dass der geringe Umsatz von Eiweiss von einer verhältnissmässig grösseren Fettmenge im Körper der Hühner, gegenüber der bei gleich schweren Katzen oder Kaninchen, herrührt. Dies lässt sich nun auch in der That darthun.

Die erste Katze von Bidder und Schmidt wog nämlich bei Beginn der Inanition 2572 g und bestand aus 824,07 g wasserfreier Substanz mit etwa 100,9 g Stickstoff und 172,70 g Fett; sie enthielt also 6,7 % Fett und das Verhältniss von Stickstoff zu Fett war wie 10 : 17. In dem Kaninchen Nr. 3 berechnete Rubner[1]) für den ersten Hungertag 53,71 g Stickstoff und 123,2 g = 5,3 % Fett; das Verhältniss des Stickstoffs zum Fett stellte sich wie 10 : 23. Mein Huhn Nr. 2 besass dagegen am Anfang des Versuchs 150,0 g Trockensubstanz mit 27,57 g Stickstoff und 85,79 g = 8,6 % Fett; das Verhältniss von Stickstoff zum Fett war wie 10 : 31. Das Huhn war demnach fetter wie die Katze und das Kaninchen. Ganz besonders deutlich lässt sich dieser Einfluss des Körperfettes bei dem Kaninchen Nr. 3 und dem Huhn Nr. 2, bei welchen die Intensität des Gesammtstoffwechsels genau festgestellt wurde, zeigen; wie die Tabelle S. 37 nachweist, ist der procentige Verlust an Fett und der Bestand des Körpers an Fett bei beiden Thieren fast der gleiche, der procentige Verlust an Eiweiss ist dagegen an den ersten Tagen beim Kaninchen doppelt so gross als beim Huhn, aber auch die Menge des Stickstoffs oder Eiweisses im Organismus. An den späteren Hungertagen, als das Fett vom Körper verschwunden war, ist die Intensität des Eiweissumsatzes bei beiden Thieren die gleiche.

1) a. a. O. S. 234.

Es kann darnach nicht zweifelhaft sein, dass der geringe Eiweisszerfall an den ersten Hungertagen beim mittelfetten und fetten Huhn durch die relativ grössere Fettablagerung in ihm bedingt wird. Dabei ist noch zu bedenken, dass es nicht die Menge des Fettes am Körper, in den Fettreservoiren im Unterhautzellgewebe, in der Bauchhöhle etc. ist, durch welche der Eiweissumsatz in Schranken gehalten wird, sondern vielmehr die Gegenwart des Fettes in den Säften und in den Organen, in welchen die Eiweisszersetzung stattfindet. Es wäre daher ausserdem noch möglich, dass bei den Hühnern, bei gleichem Fettreichthum im Körper, in jenen Säften und Organen sich mehr Fett befindet als bei anderen Thieren. Da durch die geringe Eiweisszersetzung im mittelfetten und fetten Huhn die Kraft der Zellen, Stoffe zu zerlegen, noch nicht verbraucht ist, so dient der noch übrige Rest derselben dazu, das vorhandene Fett anzugreifen und zu zerstören.

Es scheint ferner aus den Untersuchungen von Voit und Rubner hervorzugeben, dass bei kleinen Organismen relativ wohl die Zersetzung des Eiweisses, aber nicht die des Fettes zunimmt. Es sollte zwar bei ihnen in Folge des bedeutenderen Eiweissverbrauchs der Fettverbrauch abnehmen; da aber bei kleineren Thieren die Arbeit der Athem- und Herzmuskeln, sowie auch der übrigen Muskeln verhältnissmässig grösser ist, so wird dadurch die Zerstörung des Fettes entsprechend erhöht, aber nicht in dem Grade wie die des Eiweisses unter dem Einflusse der intensiveren Saftströmung [1]).

Während nun bei Hunden, Katzen und Kaninchen auf 1 ^{kg} Körper fast der nämliche Fettverbrauch (von 3—5 ^{g}) trifft, ist derselbe bei den mittelfetten und fetten Hühnern wegen der geringen Eiweisszersetzung sehr bedeutend. Nur bei meinem Huhn Nr. 2 wird der Fettumsatz trotz des Wachsens des Eiweisszerfalls nicht entsprechend geringer, was wahrscheinlich von der grösseren Lebhaftigkeit und Unruhe des Thieres herrührt. Ich füge hier die von Rubner [2]) hierüber gebrachte Tabelle an, in welche ich die betreffenden bei den Hühnern erhaltenen Werthe eintrage:

---

1) Siehe hierüber Voit in Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. 6 Thl. 1 S. 87.
2) a. a. O. S. 238.

Thier	Körpergewicht in Kg.	auf 1kg Thier		
		Eiweissverbrauch	Fettverbrauch	Summe
Hund, 6. Hungertag	31,2	1,23	3,43	4,7
„ 10. „	30,1	1,12	2,76	3,9
Hund, 1. Hungertag	18,2	2,30	3,30	5,6
„ 3. „	17,2	1,67	3,70	5,4
Katze, Mittel	1,86	5,95	4,10	10,1
Katze, Mittel	2,83	3,71	3,61	7,3
Kaninchen 2, 1—3. Tag . .	2,814	3,86	3,66	7,5
„ 4—5. „ . .	2,494	3,81	4,13	7,9
„ 6—8. „ . .	2,253	9,42	1,06	10,5
Kaninchen 3, 3—8. Tag . .	2,051	3,26	4,88	8,1
„ 9—15. „ . .	1,806	3,28	4,09	7,4
„ 16—18. „ . .	1,541	11,18	0,65	11,8
Kaninchen 5, 1—7. Tag . .	1,345	3,10	—	—
„ 8—13. „ . .	1,105	4,04	—	—
„ 15—18. „ . .	0,850	10,82	—	—
Huhn Nr. 1, 3. Hungertag . .	1,686	11,63	1,91	13,5
„ 7. „ . .	1,335	13,27	0,99	14,3
Huhn Nr. 2, 2. Hungertag . .	0,958	2,10	8,96	11,1
„ 8. „ . .	0,770	8,54	9,32	17,9
„ 10. „ . .	0,698	12,97	6,43	19,4
Huhn Nr. 3, 1. Hungertag . .	3,737	2,90	8,7	11,6
„ 3. „ . .	3,554	2,48	6,1	8,6

Es frägt sich, ob der Stoffwechsel beim Huhn unter sonst gleichen Umständen der nämliche oder ein wesentlich anderer ist als bei gleich schweren Katzen oder Kaninchen. Man sagt gewöhnlich, die Vögel besässen einen lebhafteren und regeren Stoffwechsel wie die übrigen Thiere.

Nach vorstehender Tabelle zersetzt das mittelfette Huhn Nr. 2 von 958g Gewicht am 2. Hungertage auf 1kg 2,10g Eiweiss und 8,96g Fett; das Huhn Nr. 3 von 3554g Gewicht am 3. Hungertage 2,48g Eiweiss und 6,1g Fett; die Katze von 1860g Gewicht im Mittel 5,95g Eiweiss und 4,10g Fett; die Kaninchen Nr. 2 und 3 bei einem mittleren Gewicht von 2430g an den ersten Hungertagen im Mittel 3,56g Eiweiss und 4,27g Fett. Es wird also von dem mittelfetten Huhn nur etwa halb so viel Eiweiss, aber doppelt so viel Fett zerstört wie von der Katze und dem Kaninchen. Was soll

man nun bei dieser Sachlage über die Intensität des Stoffwechsels aussagen? Man vermag in diesen Fällen nichts darüber anzugeben, weil ganz verschiedene Quantitäten von Eiweiss und Fett zersetzt werden und die beiden Stoffe nicht gleichwerthig sind; aus diesem Grunde gibt auch die Summe des Eiweiss- und Fettumsatzes keinen genauen Aufschluss über die Grösse des Stoffwechsels. Auch ist hierbei zu berücksichtigen, dass in der Gewichtseinheit Thier, selbst bei gleichem Verhältniss von Eiweiss und Fett im Körper, nicht gleiche Quantitäten jener Stoffe zerfallen, sondern in kleineren Organismen grössere Mengen in Zersetzung gerathen.

Man kann dagegen einen Vergleich anstellen bei denjenigen Thieren, welche gleich von Anfang an oder an den letzten Hungertagen wegen des Fettmangels fast nur Eiweiss zersetzen. Das Kaninchen Nr. 2 von 2,253^{kg} Gewicht verbraucht am 6—8. Hungertage 9,42^{g} Eiweiss und 1,06^{g} Fett; das Kaninchen Nr. 3 von 1,541^{kg} Gewicht am 16—18. Hungertage 11,18^{g} Eiweiss und 0,65^{g} Fett; das Kaninchen Nr. 5 von 0,850^{kg} Gewicht am 15—18. Hungertage 10,82^{g} Eiweiss; das Huhn Nr. 1 von 1,335^{kg} Gewicht am 7. Hungertage 13,27^{g} Eiweiss und 0,99^{g} Fett. Es lässt sich also hierin kein wesentlicher Unterschied in der Zersetzung zwischen Kaninchen und Huhn finden, namentlich wenn man das geringere Körpergewicht des letzteren mit in Rechnung zieht [1]).

Man kann auch für das Huhn (Nr. 2), wie es Rubner für das Kaninchen gethan hat, die Intensität der Eiweiss- und Fettzersetzung finden, indem man aus den früher angegebenen Versuchszahlen die Menge der an jedem Hungertage im Körper des Thiers befindlichen stickstoffhaltigen Trockensubstanz oder des darin enthaltenen Stickstoffs, sowie die des jeweilig abgelagerten Fettes berechnet und dann

---

1) Die Respirationsversuche von Regnault und Reiset ergeben für die Hühner keine grössere Sauerstoffaufnahme als für die Kaninchen. Erstere verbrauchen zwar auf 1^{kg} Körpergewicht im Mittel 1,032^{g} Sauerstoff, letztere nur 0,851^{g}, das Gewicht der Hühner betrug aber im Mittel nur 1570^{g}, das der Kaninchen 3640^{g}. Die beiden Forscher sprechen auch nirgends von einem regeren Stoffwechsel der Vögel im Allgemeinen, sondern sie sagen nur, dass bei Reduction auf gleiches Gewicht kleine Vögel (Sperlinge und Grünfinken) zehnmal mehr Sauerstoff verbrauchen als Hühner; sie bringen also den grossen Sauerstoffconsum der ersteren in Beziehung zu der absoluten Grösse der Thiere.

den täglichen procentigen Verlust von Stickstoff und von Fett ermittelt. Dabei ergibt sich:

	Tag	Bestand des Körpers an N	% Verlust an N	Bestand des Körpers an Fett	% Verlust an Fett
Huhn Nr. 2,	1.	27,57	1,13	85,79	10,00
	2.	27,25	1,15	77,21	11,11
	3.	26,94	1,46	68,63	12,64
	4.	26,55	1,80	59,95	14,64
	5.	26,07	2,45	51,17	16,65
	6.	25,43	3,16	42,65	18,10
	7.	24,62	4,14	34,39	22,45
	8.	23,61	4,32	26,67	26,92
	9.	22,59	5,21	19,49	29,93
	10.	21,41	6,55	13,66	32,96
	11.	20,01	7,95	9,17	35,34
	12.	18,41	—	—	—
	13.	17,35	—	—	—
Kaninchen Nr. 3,	1—2.	52,22	2,87	—	—
	3—8.	47,63	2,16	86,5	11,6
	9—15.	41,37	2,19	31,9	23,2
	16—19.	34,23	7,73	3,1	34,9

Es wird demnach von dem im Organismus des Huhns täglich befindlichen Eiweiss und Fett im Verlaufe des Hungers ein immer steigender Bruchtheil zerstört, von dem Eiweiss schliesslich die 7fache, von dem Fett die 3½fache Menge. Diese Steigerung der Intensität der Zersetzung fand auch Rubner beim Kaninchen; es zeigte sich bei dem letzteren Thiere, wie vorher erwähnt worden ist, die Intensität der Fettzersetzung ebenso gross wie bei dem Huhn, die der Eiweisszersetzung war dagegen an den ersten Hungertagen 2—3 mal so mächtig als bei dem Huhn, an den letzten Tagen hatte sie aber wieder genau denselben Werth wie beim Huhn erreicht. Ich habe schon dargelegt, dass diese Unterschiede von dem relativ grösseren Fettreichthum des Huhns an den ersten Hungertagen herrühren.

Aus den am Huhn gewonnenen Zahlen ersieht man abermals, dass die Ausscheidung der Kohlensäure (oder auch der Verbrauch an Sauerstoff) keinen Maassstab abgibt für die Messung des Stoffwechsels im Körper und gar keinen Einblick in die einzelnen Vorgänge des Stoffwechsels gewährt. Namentlich geht dies aus dem Versuch Nr. 2 hervor; denn während die Kohlensäureabgabe in

24 Stunden bei 5 Versuchen nur zwischen 25,3 und 30,4g schwankt und ebenso die Fettzersetzung, wenigstens in den ersten 4 Versuchen, nur wenig differirt, wächst der Eiweisszerfall auf das 4—5fache seines ursprünglichen Werthes.

Man weiss aus vielfachen Erfahrungen, wieviel ein Huhn Futter nöthig hat, um sich auf seinem stofflichen Bestande zu erhalten, und man kann berechnen, wieviel sich darin Eiweiss und stickstofffreie Nahrungsstoffe befinden.

Nach den Angaben der Hühnerzüchter müssen zu diesem Zwecke täglich 30g Gerste oder 50g geschrotetes Hafermehl gegeben werden.

Knieriem [1]) reichte den Hühnern folgende Mengen von Gerstengraupen:

Körpergewicht in Gramm	Gersten-graupen
1400	20
1098	25
1700	35
1268	30
1550	30
1885	35
1550	40
1463	40
Mittel: 1489	32

Nach H. Schroeder [2]) wurde von Hühnern aufgenommen:

Körpergewicht in Gramm	Nahrung in Gramm
1383	45 Gerste + 10 Erbsen
1420	45 Gerste
1463	40 Gerste + 10 Brod
1528	45 Gerste
Mittel: 1448	44 Gerste mindestens

Mein Huhn Nr. 2 von 1014g Gewicht verzehrte täglich 27,3 bis 32,8g Weizen.

Es handelt sich aber nicht allein darum, wieviel Nahrung die Hühner in den Darmkanal aufnehmen, sondern auch wieviel davon dem Körper wirklich zu gute kömmt und in die Säfte

1) Knieriem, Ztschr. f. Biologie Bd. 13 (1877) S. 36.
2) Schroeder, Ztschr. f. physiol. Chemie Bd. 2 (1878—79) S. 228.

resorbirt wird. Diese Frage hat allein Meissner[1]) beantwortet. Nach ihm verzehrte ein Huhn von 1338g Gewicht täglich im Mittel 50g Gerste mit 7,02g Eiweiss und 35,32g stickstofffreien Stoffen (vorzüglich Stärkemehl), und verwerthete davon im Darm nur 1,935g Eiweiss und 32,165g stickstofffreie Stoffe. Ein Hahn von 2kg Gewicht frass täglich 110g Gerste mit 15,60g Eiweiss und 71,84g stickstofffreien Stoffen, von welchen er 4,4g Eiweiss und 64,89g stickstofffreie Stoffe verdaute.

Das Huhn Meissner's hat schon mehr Gerste verzehrt als die Hühner von Knieriem und Schroeder, vor allem aber hat der Hahn Meissner's viel Gerste zu sich genommen. Wir bekommen also bei Verwerthung der Angaben von Meissner sicherlich Maximalzahlen für das Huhn. Darnach hat nun 1kg Huhn resorbirt und zur Erhaltung gebraucht:

	Eiweiss	N freie Stoffe
Huhn . . .	1,5	24,0
Hahn . . .	2,2	32,5

Nach den Zusammenstellungen von Voit[2]) hat 1kg Thier folgende Mengen von Eiweiss und stickstofffreien Stoffen zur Ernährung nöthig:

Thier	Körpergewicht in Kg	auf 1kg Thier	
		Eiweiss	N freie Stoffe
Hund	39,00	2,82	3,08 F.
Hund, nicht fett . .	27,60	3,19	4,53 F.
Hund, nicht fett . .	4,32	7,63	4,63 F.
Katze	2,75	9,59	5,45 F.
Ratte	0,15	24,76	34,00 F.
Ochs	600,00	0,60	7,00 K.
Pferd	506,00	1,16	7,09 K.
Schaf	50,00	1,30	10,40 K.

Das Huhn, welches nur etwa 2,0kg wiegt, sollte, nach der Körpergrösse allein beurtheilt, relativ mehr Eiweiss in der Nahrung erhalten als die schwerere Katze. Man ersieht aber aus vorstehender

1) Meissner, Ztschr. f. rat. Medic. [3. R.] Bd. 31 (1868) S. 185; Flügge, Ztschr. f. rat. Medic. [3. R.] Bd. 36 (1869) S. 184.

2) Voit in Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. 6 Thl. 1 S. 527.

Zusammenstellung, dass dasselbe, wenigstens wenn es mittelfett ist, verhältnissmässig sehr wenig Eiweiss, weniger als der 39^{kg} schwere Hund, dagegen aber sehr viel stickstofffreie Stoffe nöthig hat, was in völliger Uebereinstimmung mit der Stoffzersetzung an den ersten Hungertagen ist, wo ebenfalls nur eine geringe Quantität von Eiweiss, jedoch viel Fett zerstört wurde.

Von den Hühnern Meissner's wurden auf 1^{kg} täglich 0,23 bis 0,34^{g} Stickstoff aus der Nahrung resorbirt, also nicht mehr als ein mittelfettes Huhn an den ersten Hungertagen abscheidet. So kann es kommen, dass ein mittelfettes oder fettes Huhn in der Nahrung wesentlich weniger Stickstoff zuführen muss als ein fettarmes an den ersten Hungertagen oder als ein fettarm gewordenes an den späteren Hungertagen einbüsst; letztere bedürfen sicherlich viel mehr Eiweiss in der Nahrung als erstere. Ebenso muss nach allen Erfahrungen mehr Eiweiss gereicht werden, wenn man damit ausschliesslich, ohne stickstofffreie Stoffe, den Körper auf seinem Eiweiss- und Fettbestand erhalten will. Hans Meyer[1]) fütterte sein Huhn täglich mit 50^{g} Fleisch, Schimanski[2]) sah, dass ein Huhn von 1730^{g} Gewicht bei Zufuhr von 50^{g} frischem, fettfreiem Pferdefleisch fortwährend an Gewicht abnahm. 50^{g} Fleisch enthalten aber etwa 11^{g} Eiweiss, so dass auf 1^{kg} Körpergewicht bei dem letzteren Thier 6,4^{g} Eiweiss in der Nahrung trafen, mit denen es noch nicht einmal ausreichte, sondern beständig an Masse verlor; dies ist 2—3mal mehr als ein mittelfettes Huhn beim Hunger zersetzt.

Man kann wohl kaum ein besseres Object zur Demonstration des von Voit zuerst hervorgehobenen, maassgebenden Einflusses der Körperbeschaffenheit, namentlich des Verhältnisses von Eiweiss zum Fett im Organismus, auf den Stoffumsatz finden als das Huhn.

1) Hans Meyer, Beiträge zur Kenntniss des Stoffwechsels im Organismus der Hühner; diss. inaug., Königsberg 1877; Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch. Bd. 10 (1877) S. 1930.

2) a. a. O. S. 417.

Ein Beitrag zur Kenntniss der Blutgerinnung.

Von

Karl Hasebroek,

Stud. med. aus Eutin i. H.

(Aus dem Physiologischen Institut in Tübingen.)

(Mit Tafel I.)

Der Einfluss chemischer und anderer Agentien auf die Gerinnung des Blutes ist seit vielen Jahren nicht wieder untersucht worden, höchst wahrscheinlich deshalb nicht, weil die Aufklärung der unmittelbaren Gerinnungsursache — d. h. die Theorie des Processes — die Physiologen lange Zeit fast ausschliesslich auf diesem Gebiete beschäftigt hat. Die früheren Untersuchungen über unsere Frage, deren Resultate in Wagner's „Handwörterbuch der Physiologie" Nasse in ausführlicher Darstellung wiedergegeben hat, sind, wie Letzterer selbst hervorhebt, nicht mit der hier unentbehrlichen erschöpfenden Genauigkeit und Ausführlichkeit angestellt worden. Man berücksichtigte bei diesen Studien fast nur die Qualität, viel weniger die Quantität der Zusätze, und war andererseits auch nicht im Stande, den Beginn und die Beendigung des Gerinnungsprocesses mit der wünschenswerthen Genauigkeit ermitteln zu können; kurz, man hatte keine gute vergleichende Methode, um die Blutgerinnungszeiten zu bestimmen.

Erst vor einigen Jahren hat Dr. H. Vierordt, Assistenzarzt an der Medicinischen Klinik in Tübingen, im „Archiv für Heilkunde" Bd. 19 S. 193 ff. in seiner Arbeit über „die Gerinnungszeit des Blutes im gesunden und kranken Zustande" eine Methode angegeben, die sowohl wegen ihrer Einfachheit als auch ziemlich grossen Genauigkeit gerade für vergleichende Untersuchungen sehr geeignet ist. Das Verfahren mag kurz wiederholt werden. Man bringt einen Tropfen des soeben durch einen kleinen Einstich in die Haut ge-

wonnenen Blutes in eine Capillare und schiebt langsam ein entfettetes weisses Pferdehaar vom leeren Ende der Röhre durch die Flüssigkeitssäule; sowie sich ein Coagulum bildet und die nöthige Festigkeit erlangt hat, haftet es an dem Haar, und wird mit diesem aus der Capillare herausgezogen. Auf diese Weise fährt man fort, bis jegliches Coagulum aus dem Blute entfernt, also nur noch ein Rest von defibrinirtem Blut in der Capillare zurückgeblieben ist. Zeichnet man nun die Zahl der Secunden auf, die vom Entfernen des Blutes aus dem Körper bis zur Bildung sowohl des ersten als auch des letzten am Haare haftenden kleinen Coagulums verstreicht, so hat man annähernd den Anfang, das Ende und die Dauer der Gerinnung. Allerdings entbehrt, wie Herr Dr. H. Vierordt bemerkt, der Anfang und somit die Dauer der Gerinnung viel mehr der Genauigkeit als das Ende, das sehr sicher bestimmt werden kann. Es wird dies wohl zum Theil daran liegen, dass die ersten Gerinnsel bedeutend weniger fest und widerstandsfähig sind als die späteren, in Folge dessen durch die erste zufällige Rauhigkeit am Haar mechanisch festgehalten und mitgezogen werden; dieser Zeitpunkt kann natürlich, weil der Zufall eine Rolle dabei spielt, leicht schwanken; sobald aber die Gerinnsel fester geworden sind, sind die kleinen Unebenheiten am Haare wirkungslos, und das Coagulum folgt lediglich durch Adhäsion dem Pferdehaar; die Adhäsion wirkt natürlich stets gleichmässig und hängt in keiner Weise vom Zufall ab.

Die Hauptvorzüge der oben angegebenen Methode sind leicht ersichtlich: 1) Herstellung von gleichen Bedingungen, unter denen das Blut der Gerinnung ausgesetzt ist, und 2) der Umstand, dass man mit sehr kleinen Mengen operiren kann, in Folge dessen sich das nöthige Material zu selbst vielfach wiederholten Versuchen, auch an schwer Erkrankten, leicht erhalten lässt. Der selbstverständlichen Bemerkung Rollett's, dass die durch diese Methode gewonnenen Resultate von ihren speciellen Versuchsbedingungen abhängen, wäre somit nur hinzuzufügen, dass eben diese Versuchsbedingungen viele Vortheile bieten, welche dem bisher üblichen rein äusserlichen Beobachten der Gerinnungszeiten an grösseren Mengen gelassenen Blutes vollständig abgehen.

Nach dieser Methode untersuchte ich in umfassenden Versuchsreihen zunächst den Einfluss, welchen Zusätze von Wasser und Kochsalzlösung auf die Gerinnungszeit des Blutes haben.

Durch einen kleinen Einstich in die Fingerpulpe (sämmtliche Versuche stellte ich an mir selbst an) wurde die nöthige Menge Blut erhalten, alsdann von diesem eine Pipette von 12,9^{cmm} Inhalt gefüllt (um jedesmal dieselbe Quantität Blut zu haben), der Inhalt in ein Uhrglas entleert und mit der in einer Glaspipette resp. -capillare vorher abgemessenen Menge des Zusatzes versetzt und vermischt; darauf wurde, wie oben beschrieben, der Anfang und das Ende der Bildung der kleinen Coagula auf dem Pferdehaar bestimmt.

I. Der Einfluss des Wassers.

Die in Folgendem notirten Versuche, deren Zahlenwerthe stets aus mehreren Einzelversuchen resultiren, wurden im Hochsommer 1881 bei einer durchschnittlichen Zimmertemperatur von 20—24° C. angestellt. Die Gerinnungszeitwerthe des unvermischten Blutes, die natürlich zu Grunde gelegt werden müssen, wurden vor jeder neuen Versuchsreihe mit gehöriger Sorgfalt bestimmt und ergaben im Mittel: Anfang der Gerinnung 100 Secunden, Ende 200 Sec., Dauer 100 Sec. In Vergleich mit dem von Dr. H. Vierordt als normale Gerinnungszeit seines Blutes angegebenen Endwerthe (9,28 Min.), sowie mit Nasse's Zahl (10 Min.) sind diese von mir gefundenen ungemein niedrig; es ist dies wohl zum Theil durch die hohe Temperatur während der Versuchszeit zu erklären. Meine späteren Versuche, die bei bedeutend niedrigeren Temperaturen gemacht sind (14—17° C.), weisen viel höhere Zahlenwerthe des unvermischten Blutes auf. Doch ist diese Verschiedenheit ja für die Genauigkeit der vergleichenden Werthe ohne Einfluss.

Da, wie oben erwähnt, der Anfang der Gerinnung im Allgemeinen mehr schwankt als das Ende, so wurde bei der schliesslichen Vergleichung der gefundenen Zahlen mehr Gewicht auf die Endwerthe als auf die des Anfangs der Gerinnung gelegt.

Zunächst wurde mit Wasserzusatzmengen von 1/2, 1, 1 1/2, 2 des Blutvolumens operirt; der relative Blutgehalt der Mischung ist also entsprechend: 0,66, 0,50, 0,40, 0,33. Die Zahlen der nachfolgenden Tabellen sind immer Secundenwerthe.

Tabelle I.

Blutgehalt	Versuch	Der Gerinnung		
		Anfang	Ende	Dauer
0,66	I	80	155	75
	II	65	170	105
	III	95	205	110
	IV	95	160	65
	V	75	115	40
0,5	I	95	155	60
	II	115	195	80
	III	195	325	130
	IV	130	215	85
	V	135	195	60
0,4	I	120	240	120
	II	140	340	200
	III	145	235	90
	IV	125	285	160
	V	180	270	90
0,333	I	130	330	200
	II	165	335	170
	III	210	410	200
	IV	285	360	75
	V	180	270	90

Die Zahlenwerthe beim Blutgehalt 0,66 sind am niedrigsten, so dass sowohl der Anfang als auch das Ende der Gerinnung sich früher eingestellt hat als bei den übrigen Zusatzmengen, ja sogar früher als beim unvermischten Blut die übrigen Zahlen wachsen mit der wachsenden Menge des Zusatzes. Als Mittelwerthe ergeben sich:

Tabelle II.

Blutgehalt	Der Gerinnung		
	Anfang	Ende	Dauer
1 (unverm.)	100	200	100
0,66	80	160	80
0,5	135	220	85
0,4	140	275	135
0,33	195	340	145

Es zeigt sich also, dass ein Wasserzusatz von 1/2 Blutvolumen sowohl in Bezug auf den Anfang als auf das Ende eine Beschleunigung der Gerinnung herbeiführt, während grössere Zusätze zunehmende Verlangsamung bewirken.

Nach diesen Erfahrungen erschien es wahrscheinlich, dass noch geringere Zusätze von Wasser eine grössere Beschleunigung hervorrufen würden. In folgenden Versuchen gelang es, die durchschnittliche Zusatzmenge zu bestimmen, bei welcher die Beschleunigung der Gerinnung ihren Höhepunkt erreicht, und von wo sie nach beiden Seiten hin abnimmt, die Gerinnungszeitwerthe also zunehmen. Es wurden untersucht die Wirkungen der Wasserzusätze von $^1/_{10}$, $^2/_{10}$, $^3/_{10}$, $^4/_{10}$ des Blutvolums; doch trat bei diesen Versuchen die Schwierigkeit auf, die so sehr kleinen Mengen abzumessen, denn z. B. $^1/_{10}$ des Blutvolumens stellte sich auf $1{,}29^{cmm}$. Um diese geringen Zusätze mit möglichster Genauigkeit zu erhalten, wurde eine auf Gleichmässigkeit ihres Querschnittes geprüfte Capillare von $^1/_{10}$ zu $^1/_{10}$ des Pipettenvolumens ($12{,}9^{cmm}$) calibrirt; die Zusatzflüssigkeit liess ich nun zunächst durch Capillarität höher steigen als der betreffende Theilstrich, und durch Entziehung von Flüssigkeit mittels Fliesspapier gelang es sehr gut, die verlangte Flüssigkeitssäule zu erhalten. Da von den kleinsten Zusatzmengen bei der Entleerung aus der Capillare verhältnissmässig viel durch Adhäsion zurückgehalten worden wäre, so liess ich hier allemal das Blutvolumen zunächst in die Capillare steigen, durch Auf- und Absteigen der Flüssigkeitssäule diese sich etwas vermischen, und dann wurde erst zur Entleerung und zur Bestimmung der Gerinnungszeit geschritten.

Den Zusätzen $^1/_{10}$, $^2/_{10}$, $^3/_{10}$, $^4/_{10}$ des Blutvolumens entspricht ein relativer Blutgehalt der Mischung von 0,91, 0,83, 0,77, 0,71.

Tabelle III.

Blutgehalt	Versuch	Der Gerinnung		
		Anfang	Ende	Dauer
0,71	II	65	145	80
	III	65	125	60
0,77	I	130	185	55
	II	85	130	45
	III	80	155	75
0,83	I	110	230	120
	II	80	135	55
	III	80	150	70
0,91	I	130	225	95
	II	75	185	110
	III	70	175	105

Vergleicht man die Zahlenwerthe mit den Gerinnungszeiten des unvermischten Blutes (Anfang 100 Sec., Ende 200 Sec., Dauer 100 Sec.), so bemerkt man im Allgemeinen eine fortschreitende Abnahme der Zahlen, und zwar regelmässiger bei den Endpunkten als bei den Anfängen der Gerinnung. Die Mittelwerthe ergeben:

Tabelle IV.

Blutgehalt	Der Gerinnung		
	Anfang	Ende	Dauer
1 (unverm.)	100	200	100
0,91	95	195	100
0,83	90	170	80
0,77	100	160	60
0,71	65	135	70

Daraus folgt:

Das Ende der Gerinnung stellt sich am frühesten ein nach einem Zusatz von $^4/_{10}$ des Blutvolumens; ein Zusatz von $^5/_{10}$ des Blutvolumens zeigt nach den Resultaten der vorhergehenden Versuche schon wieder eine Abnahme in der Beschleunigung (s. Tab. II) und zwar um ebensoviel als der Zusatz $^3/_{10}$ (Blutgehalt 0,77); es ist also beim Zusatz von $^4/_{10}$ des Blutvolumens überhaupt das Maximum in der Beschleunigung erreicht.

Die bisher gefundenen Resultate sind Taf. I Curve b zur leicht übersichtlichen Darstellung gebracht.

Um die Untersuchungen mit Wasserzusätzen ganz zu erschöpfen, fehlte noch zu bestimmen, bei welcher Verdünnung die Gerinnung gänzlich aufgehoben werde; es wurden deshalb die Einwirkungen der Zusätze in Mengen von dem 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 15, 20fachen des Blutvolumens untersucht. Der Blutgehalt ist entsprechend: 0,25 — 0,2 — 0,166 — 0,143 — 0,125 — 0,111 — 0,09 — 0,06 — 0,05.

Die folgenden Zeitwerthe sind in Minuten angegeben.

Tabelle V.

Blutgehalt	Versuch	Der Gerinnung		
		Anfang	Ende	Dauer
0,25	I	13	24	11
	II	28	34	6
	III	10	16	6

Blutgehalt	Versuch	Der Gerinnung		
		Anfang	Ende	Dauer
0,2	I	14	17	3
	II	7	10	3
	III	21	33	12
0,166	I	12	16	4
	II	12	20	8
	III	26	36	10
0,143	I	19	32	13
	II	24	27	3
	III	32	35	3
0,125	I	25	49	24
	II	kein Coagulum		
	III	48	57	9
0,111	I	43	57	14
	II	40	42	2
	III	48	48	—
0,09	I	54	67	13
	II	66	66	—
	III	69	69	—
0,06	III	—	—	—
0,05	III	—	—	—

Wenn auch viele Schwankungen auftreten, so ist im Allgemeinen doch zu ersehen: je grösser die Verdünnung, desto weiter ist die Gerinnung sowohl in Bezug auf das Ende wie auf den Anfang hinausgeschoben worden. Bei einem Blutgehalt 0,06 und 0,05 zeigten sich gar keine Coagula. Dieselbe Erscheinung finden wir auch einmal bei einem Blutgehalt von 0,125 (Versuch II).

Die Mittelwerthe stellen sich auf:

Tabelle VI.

Blutgehalt	Der Gerinnung		
	Anfang	Ende	Dauer
1	$1^2/_3$	$3^1/_3$	$2^2/_3$
0,25	17	25	8
0,21	14	20	6
0,166	17	24	7
0,143	25	31	6
0,125	24	35	6
0,111	44	49	5
0,09	63	67	4
0,06	—	—	—
0,05	—	—	—

Auffallend ist der grosse Sprung der Gerinnungszeiten bei dem Blutgehalt 0,33 (s. Tab. II) und dem Blutgehalt 0,25: von $3^1/_4$ bis $5^2/_3$ Min. auf 17 bis 25 Min.

Vergleichen wir die gefundenen Resultate mit den Angaben, die Nasse über den Einfluss des Wassers auf die Blutgerinnung macht, so zeigt sich eine ziemliche Differenz. Nach Nasse's Versuchen wird die Blutgerinnung durch Wasserzusätze von $^1/_4$ bis 2fachem Blutvolumen beschleunigt, durch grössere verlangsamt; nach meinen Untersuchungen aber tritt schon bei einer Verdünnung des Blutes mit der gleichen Menge Wasser eine entschiedene Verlangsamung der Gerinnung ein (s. Tab. II). Allerdings sind die Verlangsamungen, welche durch die Wasserzusätze von dem 1, $1^1/_2$, 2fachen des Blutvolumens hervorgerufen wurden, im Verhältniss zu den hohen Zahlenwerthen, die durch den Zusatz von der 3, 4 etc. -fachen Menge des Blutvolumens (s. Tab. VI) erzielt sind, nur sehr gering, was sich recht deutlich in der graphischen Verzeichnung der gesammten Resultate zeigt (Taf. I Curve a).

Vielleicht ist das Blut, wenn es an und für sich schon rasch gerinnt — wie bei meinen Versuchen: Anfang 100 Sec., Ende 200 Sec. — empfindlicher für Zusätze, und seine Gerinnungsfähigkeit wird leichter abgestumpft, als wenn es ohne Zusatz sehr langsam gerinnt.

II. Der Einfluss von Kochsalzlösungen.

Bei den Versuchen mit Kochsalzlösungen (es wurde ein chemisch nahezu reines Steinsalz verwendet) wurde zunächst mit Rücksicht auf die Concentration gearbeitet und zu diesem Zweck Lösungen von verschiedenem Salzgehalt hergestellt: 1 (gesättigt), $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$, $^1/_{16}$, $^1/_{32}$, $^1/_{64}$, $^1/_{128}$, $^1/_{256}$, $^1/_{384}$; von diesen verschiedenprocentigen Salzlösungen wurde stets das gleiche Volumen zugesetzt, und zwar die Hälfte des Blutvolumens; der Blutgehalt der Mischung war also stets 0,66.

Die Versuche wurden bei einer durchschnittlichen Temperatur von 16° C. angestellt, und die Gerinnungszeiten des unvermischten Blutes stellten sich dieses Mal auf: Anfang 210 Sec., Ende 490 Sec., also Dauer 280 Sec. Der Anfang der Gerinnung wurde, wie gewöhnlich, durch einige Coagula angezeigt; dann kamen längere Zeit

hindurch keine, oder vielmehr sie schienen nicht Festigkeit genug zu haben, um von dem Pferdehaar mit herausgezogen werden zu können; endlich sah man im Innern der Capillare die Gerinnsel sich förmlich zusammenballen, worauf sie sich wie ein Stöpsel fort- und hinausschieben liessen. Dies war ohne Zweifel als das Ende der Gerinnung anzusehen, weil kein Coagulum mehr erschien. Merkwürdig ist nur, dass sich bei den Versuchen mit Wasserzusätzen diese Erscheinung nie gezeigt hat. Dass das Salz nicht die Ursache gewesen sein kann, beweist der Umstand, dass auch bei dem unvermischten Blut stets die Gerinnung auf die eben beschriebene Art verlief; und dass die Wasserversuche in Tübingen, jene während der Universitätsferien in einer Stadt Norddeutschlands (Eutin) gemacht sind, kann doch auch kaum von Einfluss gewesen sein.

Tabelle VII.

Concentrationsgrad der Zusätze	Absol. Salzgehalt in Mg.	Versuch	Der Gerinnung Anfang	Ende	Dauer
			in Secunden		
1/384	0,00536	III	215	355	140
		IV	250	390	140
1/256	0,00808	II	240	345	105
		III	240	360	120
		IV	335	405	70
1/128	0,01616	I	220	480	260
		II	325	485	160
		III	235	360	135
1/64	0,03233.	I	175	485	310
		II	395	565	170
		III	250	430	180
1/32	0,06466	I	210	660	450
		II	295	565	270
		III	450	510	60
1/16	0,12931	I	200	805	605
		II	205	745	540
1/8	0,25862	I	415	875	460
		II	575	785	210
1/4	0,51724	IV	900	2800	1900
1/2	1,03447	IV	2800	—	—
1	2,06895	IV	—	—	—

Die Gerinnungswerthe zeigen durchweg ein Wachsen mit den wachsenden Concentrationen; bei Zusatz von $^1/_2$ gesättigter Lösung ist nur ein winziges Coagulum erschienen, und durch Zusatz von gesättigter Lösung endlich ist die Gerinnung überhaupt verhindert worden.

Bei den Zusätzen der Lösungen $^1/_2$ und 1 zeigten sich allerdings zuweilen kleine farbige Partikelchen, die aber mit Gerinnsel nichts zu thun haben; sie entstehen vielmehr dadurch, dass das Blut durch die Salzeinwirkung jene hellrothe Deckfarbe annimmt, durch welche es, auch wenn es in den kleinsten Mengen am Pferdehaar hängen bleibt, sich bemerkbar macht, und dann leicht mit kleinen Gerinnseln verwechselt werden kann.

Die Mittelwerthe aus Tab. VII ergeben in Secundenwerthen:

Tabelle VIII.

Concentrationsgrad der Zusätze	Absol. Salzgehalt in Mg.	Der Gerinnung		
		Anfang	Ende	Dauer
Reines Blut	0	210	490	280
$^1/_{384}$	0,00535	230	370	140
$^1/_{256}$	0,00808	270	370	100
$^1/_{128}$	0,01616	260	440	180
$^1/_{64}$	0,03233	275	490	215
$^1/_{32}$	0,06466	320	580	260
$^1/_{16}$	0,12931	200	775	575
$^1/_8$	0,25862	495	830	335
$^1/_4$	0,51724	900	2800	1900
$^1/_2$	1,03447	2800	—	—
1	2,06895	—	—	—

Das Resultat der Versuchsreihen I—IV ist also folgendes: Die Blutgerinnung ist früher beendet nach Zusätzen von schwachen Kochsalzlösungen von $^1/_{384}$ bis $^1/_{64}$ (die gesättigte Lösung = 1), wenn, wie oben bemerkt, die Salzzusatzmengen $^1/_2$ Blutvolumen betragen; die grösste Beschleunigung der Gerinnungsdauer erfolgt nach Zusatz von $^1/_{256}$ gesättigter Lösung. Bei wachsendem Salzgehalt bewirken dieselben Zusatzvolumina zunehmende Verlangsamung, bis endlich Salzlösungen des angegebenen Volumens von der Concentration $^1/_2$—1 die Gerinnung gänzlich verhindern. (Die graphische Verzeichnung dieser Resultate s. Taf. I Curve c.)

Der Zusatz von $^1/_{384}$ und $^1/_{256}$ gesättigter Lösung hat in Bezug auf das Ende ebenso gewirkt, wie ein gleicher Zusatz von reinem Wasser im Mittel gewirkt haben würde; denn nach den Versuchen mit Wasserzusätzen (Tab. II) stellt sich das Ende der Gerinnung bei einem Blutgehalt 0,66 von 200 Sec. auf 160 Sec.; 200 verhält sich aber zu 160 annähernd wie 490 zu 370 (Tab. VIII). Es scheint also nach diesem, dass sehr schwache Salzlösungen ebenso wirken wie reines Wasser. Die Anfänge der Gerinnung allerdings entsprechen sich nicht, denn 100 : 80 (Tab. II) = 210 : 170; die Salzlösung aber bringt den Gerinnungsanfang von 210 auf 230, ja 270 (Tab. VIII). Es ist überhaupt zu bemerken, dass, wo durch Salzlösungen das Ende der Gerinnung beschleunigt wird, die Anfänge hinausgeschoben sind, dass aber, wenn bei Wasserzusätzen Beschleunigung des Gerinnungsendpunktes eintritt, auch der Anfang sich früher einstellt.

Waren die letzten Untersuchungen mit Rücksicht auf die Concentration gemacht, so wurde in folgenden Versuchen zu erreichen gesucht, dass bei verschiedenen Zusatzvolumina der Lösungen doch jedesmal dieselbe absolute Quantität Salz in das zu untersuchende Blut gebracht wurde. Man berücksichtigte dabei, dass eine kleinere Zusatzmenge durch stärkere Concentration absolut ebensoviel Salz enthalten kann als eine grössere Menge von schwächerer Concentration; z. B. der Zusatz der gesättigten Lösung in $^1/_{10}$ des Blutvolumens muss ebensoviel Salz enthalten als der $^1/_2$ gesättigte in $^2/_{10}$ des Blutvolumens u. s. w.

Die Gerinnungszeiten des unvermischten Blutes stellten sich für diese Versuche im Mittel auf: Anfang 200 Sec., Ende 330 Sec., Dauer 130 Sec.

Tabelle IX.

Zusatzmenge in Blutvolumen	Concentrationsgrad	Der Gerinnung Anfang	Ende	Dauer
		in Secunden		
$^1/_{10}$	1	1800 (?)	—	—
$^2/_{10}$	$^1/_2$	2000	—	—
$^1/_{10}$	$^1/_{16}$	235	475	240
$^2/_{10}$	$^1/_{32}$	305	445	140
$^4/_{10}$	$^1/_{64}$	355	455	100
$^8/_{10}$	$^1/_{128}$	235	465	230
(A) $^1/_{10}$	$^1/_2$	265	535	270

Es zeigt sich, dass durch die gleichen absoluten Salzmengen auch annähernd dieselben Resultate erzielt sind; die Anfänge der Gerinnung allerdings variiren ziemlich stark. Der letzte mit A bezeichnete Versuch beweist annähernd dasselbe: denn $^1/_{10}$ Blutvolumen $^1/_2$ gesättigter Lösung hat nach Tab. VIII an absolutem Salzgehalt $\frac{1{,}03447}{5} = 0{,}20689^{mg}$, besitzt mithin etwas weniger Salz als $^5/_{10}$ Blutvolumen der $^1/_8$ gesättigten Lösung, die nach Tab. VIII einen Salzgehalt von $0{,}2586^{mg}$ hat. Das Gerinnungsende müsste demnach auch etwas früher eintreten als bei Zusatz von $^5/_{10}$ Blutvolumen der $^1/_8$ gesättigten Lösung. Nach Tab. VIII bewirkt aber dieser Zusatz eine Verzögerung des Gerinnungsendes von 490 Sec. auf 830 Sec., dem entsprechen würde: von 330 Sec. auf 560 Sec.; und in der That erfolgt die Gerinnung etwas früher, bei 535 Sec.

Eine umfassendere Versuchsreihe ist folgende:

Tabelle X.

Zusatzmenge in Blutvolumen	Concentrationsgrad	Der Gerinnung Anfang	Ende	Dauer
		in Secunden		
$^1/_{10}$	$^1/_{16}$	235	475	240
$^2/_{10}$	$^1/_{32}$	315	445	130
$^4/_{10}$	$^1/_{64}$	355	495	140
$^8/_{10}$	$^1/_{128}$	365	465	100
$^{16}/_{10}$	$^1/_{256}$	335	465	130
$^{32}/_{10}$	$^1/_{512}$	475	565	90

Diese Versuche bestätigen ganz und gar, dass hauptsächlich die absoluten Salzmengen die Modificationen der Gerinnung bewirkt haben, und weniger die Menge des Lösungsmittels. Die Zeitwerthe sind fast ebenso ausgefallen wie bei den vorhergehenden Versuchen (Tab. IX), und auch der neu hinzugekommene Zusatz von $^{16}/_{10}$ Blutvolumen $^1/_{256}$ gesättigter Lösung hat durch sein doppeltes Quantum dieselbe Wirkung hervorgebracht wie der vorhergehende. Dass jedoch eine Grenze existirt, wo die Menge des Wassers im Verhältniss zu dem geringen Quantum gelösten Salzes überwiegen musste, zeigt sich schon bei Einwirkung des letzten Zusatzes der Tab. X; denn das Gerinnungsende fällt bedeutend später, als nach

dem absolutem Salzgehalt zu erwarten wäre. Immerhin hat aber das geringe Quantum Salz eine grosse Beschleunigung der Gerinnung bewirkt; denn ein Wasserzusatz von $^{32}/_{10}$ des Blutvolumens hätte nach Tab. VI (Blutgehalt: 0,25) eine Verzögerung der Gerinnung auf 25 Min. zur Folge gehabt.

Nach diesem scheint es also doch nicht wahrscheinlich, dass, wie oben bemerkt wurde, schwache Salzlösungen ebenso wie Wasser wirken; vielmehr wird es dort (Tab. VIII) wohl nur zufällig gewesen sein, dass gerade der Einfluss von $^{5}/_{10}$ Blutvolumen $^{1}/_{256}$ und $^{1}/_{384}$ gesättigter Lösung sich mit dem der gleichen Menge Wasser deckt.

Im Anschluss an die vorhergehenden Untersuchungen schien es interessant, die Modificationen der Blutgerinnung zu untersuchen, welche durch Zuführen von Kohlensäure oder Sauerstoff und durch Entziehen von Sauerstoff hervorgerufen würden. Das Erstere kann man, wenn auch nur in geringem Maasse, durch Athemanhalten, das Zweite durch willkürlich erhöhte Athemfrequenz bei sonst ruhigem Körper und das Letzte endlich durch Aufheben der Circulation in irgend einem Körpertheil erreichen.

In Folgendem wurde untersucht:

I. der Einfluss von Athemanhalten

und zwar in Dauer von 10, 15, 20, 25, 30, 40, 45 Sec. Die Gerinnung des Blutes in normalem Zustande ist in der ersten Reihe jeder Tabelle verzeichnet.

Versuch I. (Temp. $17^{1}/_{2}{}^{0}$ C.)

Tabelle XI.

Zeit des Athemanhaltens in Secunden	Der Gerinnung Anfang	Ende	Dauer
	in Secunden		
normal	220	385	165
20	230	300	70
30	245	320	75
40	210	355	145

Das Athemanhalten bewirkt also eine Abnahme des Gerinnungsendwerthes und zwar am meisten bei Athemanhalten von 20 Sec., dann mit zunehmender Dauer zunehmend weniger; die Zeit der Gerinnung ist bei Athemanhalten von 40 Sec. grösser, als nach den beiden vorhergehenden Zeitwerthen zu erwarten wäre.

Versuch II. (Temp. 17½° C.)

Tabelle XII.

Zeit des Athemanhaltens in Secunden	Der Gerinnung		
	Anfang	Ende	Dauer
	in Secunden		
normal	305	405	100
10	325	405	80
15	345	395	50
20	245	335	90
25	255	365	110
30	265	365	100
40	285	385	100
45	325	445	120

Auch hier tritt bis zu Athemanhalten von 40 Sec. der Endpunkt der Gerinnung früher ein als beim normalen Athmen, und zwar ist diese Beschleunigung am grössten bei 20 Sec. Athemanhalten, wie bei dem vorhergehenden Versuch; nach 10 Sec. langem Athemanhalten zeigt sich nur in Bezug auf den Anfang der Gerinnung einiger Einfluss. Auffallend ist der Sprung des Anfanges der Gerinnung bei 20 Sec. und 25 Sec. Athemanhalten: von 345 Sec. auf 245 Sec.; es scheint fast, als ob ein Athemanhalten von 10 bis 15 Sec. überhaupt keinen Einfluss hätte, so dass die Einwirkungen erst bei einem Athemanhalten von ungefähr 20 Sec. begännen.

Die Resultate der Versuche I und II sind im Ganzen ähnlich wie bei den Versuchen mit Wasser und Kochsalzlösung: zunächst Beschleunigung, dann Verlangsamung; ferner existirt auch hier ein Beschleunigungsmaximum, von dem es nach beiden Seiten wieder abfällt. Es scheint also, dass kleinere Mengen von Kohlensäure Beschleunigung, grössere Verlangsamungen der Gerinnung bewirken.

Sollten sich durch dieses Resultat nicht auch die folgenden Widersprüche erklären lassen? Nasse sagt in Wagner's „Hand-

wörterbuch der Physiologie" S. 112: „Die Kohlensäure, welche nach Nysten die Gerinnung befördert, schwächt dieselbe nach Thakrah, im geringen Grade verlangsamt sie nach Scudamore und J. Davy, und hebt sie sogar auf nach Arnold und Magendie." Ferner liesse sich erklären, dass überall, wo in Krankheiten das Athmen sehr gehindert ist, das Blut spät gerinnt (Wagner-Nasse S. 110), dass aber bei annähernder Ohnmacht, also nur schwächerem, nicht gehindertem Athemholen, die Gerinnbarkeit sich vermehrt (S. 112).

II. Der Einfluss der gesteigerten Athemfrequenz.

Als normal wurden 14 Athembewegungen in der Minute angenommen.

Versuch I. (Temp. $17^1/_2{}^0$ C.)

Tabelle XIII.

Zahl der Athembewegungen in 1 Minute	Der Gerinnung Anfang	Ende	Dauer
	in Secunden		
14	245	385	140
24	250	375	125
30	390	455	65
60	260	370	110

Nach 24 Athembewegungen in der Minute zeigt sich in Bezug auf den Endpunkt der Gerinnung geringe Beschleunigung, nach 30 bedeutende Verlangsamung, nach 60 wiederum etwas Beschleunigung; die Zeitwerthe der Gerinnungsanfänge sind jedoch etwas grösser ausgefallen.

Versuch II. (Temp. $12^1/_2{}^0$ C.)

Tabelle XIV.

Zahl der Athembewegungen in 1 Minute	Der Gerinnung Anfang	Ende	Dauer
	in Secunden		
14	390	570	180
24	475	630	155
30	560	645	85
60	580	780	200

Die gesteigerte Athemfrequenz bewirkt hier überall Verlangsamung der Gerinnung, sowohl die Anfänge als auch die Endpunkte sind hinausgeschoben. Die Gerinnung unter Normalumständen ist jedoch im Vergleich zu meinen früheren Versuchen nur sehr spät erfolgt; der Grund davon ist jedenfalls in der niedrigen Temperatur zu suchen.

Die Mittelwerthe aus den Versuchen I und II ergeben:

Tabelle XV.

Zahl der Athembewegungen in der Minute	Der Gerinnung		
	Anfang	Ende	Dauer
	in Secunden		
14	320	480	160
24	360	500	140
30	475	550	75
60	420	575	155

Es scheint also nach diesen Versuchen, dass bei der etwas gesteigerten Zufuhr von Sauerstoff in Folge des frequenten Athmens die Gerinnung verzögert wird, d. h. wenn das Blut sauerstoffhaltiger wird, als es im normalen Zustande ist.

III. Der Einfluss vorübergehender Unterbindung der Circulation.

Entzieht man dem Blute Sauerstoff durch Hemmung der Circulation, so wird eine entschiedene Beschleunigung der Gerinnung hervorgerufen. Dr. H. Vierordt machte an sich eine Anzahl von Versuchen, indem er eine Ligatur mittels Kautschukschlauches um einen Finger legte; die Schlinge blieb mehrere Minuten liegen, bis an dem Finger deutlich livide Färbung sich entwickelte; das nach dem Einstich hervorquellende Blut war von schwarzrother Farbe. Die Coagulationszeiten (Beendigung der Gerinnung) des künstlich venös gemachten und des jeweils gleichzeitig beobachteten normalen Blutes verhielten sich wie 100 : 138. Das künstlich venös gemachte Blut gerann im Endmittel 2,99 Sec. früher.

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte Dr. Vierordt in einer Anzahl von Versuchen an einem Hemiplegiker. Der von der rechten gelähmten Extremität, deren Hand livide gefärbt und kälter an-

zufühlen war, genommene Blutstropfen coagulirte um nahezu 2 1/3 Sec. früher als der von der anderen Extremität genommene; die Gerinnungsendzeiten verhielten sich wie 100 : 133.

Umschnürung eines Fingers ergab bei mir ähnliche Wirkungen; die Gerinnungszeitwerthe betrugen:

Versuch I. (Temp. 11° C.)

Tabelle XVI.

Zeitdauer der Umschnürung in Minuten	Der Gerinnung		
	Anfang	Ende	Dauer
	in Secunden		
0	665	735	70
1	540	640	100
2	565	700	135
5	590	710	120

Sowohl die Anfänge als auch die Endpunkte haben sich also verfrüht, am meisten nach 1 Min. langer Umschnürung.

Auffallend ist auf den ersten Blick, dass die Beschleunigung umgekehrt wächst, als wie man erwarten sollte, dass nach 1 Min. langer Umschnürung die Gerinnung mehr beschleunigt ist als nach einer Dauer von 5 Min. Ueberlegt man aber, dass jede beschleunigende Wirkung nach sämmtlichen früheren Erfahrungen mit der wachsenden Grösse des betreffenden Einflusses bis zu einem Maximum anwächst, um dann wieder abzunehmen, und berücksichtigt man ferner, dass nach 5 Min. langer Umschnürung viel mehr O entzogen, also viel weniger in dem Blute noch vorhanden ist als nach einer Umschnürung von 1 Min., so haben wir kaum etwas Abweichendes von dem Früheren. Combiniren wir das Ergebniss dieses Versuches mit dem Resultat des vorhergehenden, so erhalten wir: geringer Sauerstoffgehalt, Sauerstoffmangel wirkt beschleunigend, Sauerstoffreichthum verzögernd auf die Blutgerinnung. Hierfür spricht auch die Thatsache, dass nach Aderlässen das Blut rascher gerinnt; denn nach Blutverlusten nimmt sowohl absolut als auch relativ der Sauerstoffgehalt ab (Mathieu und Urbain). Dass das Venenblut, welches ja sauerstoffärmer ist, nicht früher gerinnt, sondern langsamer als das Arterienblut, liegt nicht an dem

Sauerstoffmangel, sondern an dem Kohlensäurereichthum. Aus ganz demselben Grunde tritt eine Verlangsamung ein nach lange fortgesetztem Umschnüren des Fingers, nachdem sämmtlicher Sauerstoff vom Oxyhämoglobulin hergegeben ist. Ich erhielt folgende Werthe:

Versuch II. (Temp. $12^1/_2{}^0$ C.)

Tabelle XVII.

Zeit der Umschnürung in Minuten	Der Gerinnung Anfang (in Secunden)	Ende (in Secunden)	Dauer (in Secunden)
0	435	575	140
10	685	820	135
20	960	1200	240

Die Verlangsamung ist evident; das Blut hatte eine tief schwarzblaue Färbung, die ja durch das Vorhandensein sehr grosser Mengen reducirten Hämoglobulins bedingt wird.

Zum Schluss möchte ich aus meinen Versuchen einige Schlüsse über die Einwirkung der Temperatur auf die Gerinnungszeiten des Blutes mittheilen. Bei den zahlreich angestellten Versuchen waren die Temperaturen häufig verschieden; die ersten Versuche mit Wasser wurden, wie ich schon oben angegeben habe, bei einer Temperatur von 20—25° C. gemacht, die Untersuchungen mit Salzlösungen bei durchschnittlich 16° C. angestellt und die letzten Versuche endlich theilweise bei noch niedrigerer Temperatur. Ich habe in dem Früheren meistens nur die Durchschnittstemperaturen von vielen Versuchen erwähnt, weniger die der einzelnen. In der folgenden Tabelle habe ich nun sämmtliche Gerinnungszeiten des unvermischten Blutes, wie sie sich bei den Einzelversuchen unter dem Einfluss der verschiedenen Temperaturen ergeben haben, noch einmal zusammengestellt, um sie mit den bezüglichen Temperaturen vergleichen zu können. Da bei den verschiedenen Temperaturen nicht immer gleichviel Versuche gemacht sind, so habe ich jedesmal die Zahl der Versuche, aus deren Resultaten die Mittelwerthe genommen sind, angegeben, um die relative Genauigkeit der Mittel zu berücksichtigen.

Die Temperaturen bedingten folgende Gerinnungszeitwerthe:

Tabelle XVIII.

Zahl der Versuche	Temperatur in °C.	Der Gerinnung Anfang	Ende	Dauer
		in Secunden		
3	25—24	85	175	90
10	22	80	190	110
10	21—20	125	220	95
13	18—17	230	410	180
7	16	215	460	245
2	13	435	575	140
1	11	665	735	70

Es zeigt sich also, dass die Gerinnung durchweg um so rascher erfolgt, je höher die Temperatur ist, unter der sie verläuft. Der Gerinnungsanfang allerdings erleidet zweimal einen Rückschlag, der jedoch so klein ist, dass er wohl der früher erwähnten Ungenauigkeit in der Bestimmung des Anfanges überhaupt zugeschrieben werden kann; das Ende der Gerinnungszeiten verhält sich dagegen der Aussentemperatur gegenüber viel regelmässiger. Die graphische Verzeichnung der Zeitwerthe, die in Taf. I angefügt ist, gewährt bessere Uebersicht der Verhältnisse.

Weitere vielfach zu variirende Versuche wären nun anzustellen, ob das Blut seine rasche Gerinnungsfähigkeit in der Wärme von der Ader aus mitbringt, oder ob die Gerinnung durch alsbaldiges Einbringen der das gelassene Blut beherbergenden Glascapillare in die Kälte verlangsamt wird. Die älteren Versuche hierüber scheinen nicht systematisch genug angestellt zu sein, auch kann die erforderliche, fast augenblickliche Abkühlung resp. Erwärmung des Blutes nur an den kleinen Blutmengen in der Glascapillare erzielt werden. Versuche mit Hilfe der H. Vierordt-schen Technik gerade über diese Frage wären offenbar dringend nöthig; vielleicht wird es mir möglich, darauf später einzugehen.

Am Ende dieser Arbeit erfülle ich noch die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Prof. Dr. v. Vierordt, für die freundliche Unterstützung, welche er mir bei diesen Untersuchungen hat zu Theil werden lassen, meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Der Umriss des menschlichen Körpers.

Von

Ernst Jessen,
Cand. med. aus Brenduhr in Dänemark.
(Aus dem Tübinger Physiologischen Institute.)

(Mit Tafel II.)

Schon seit langer Zeit sind die Maasse des menschlichen Körpers und seine Proportionen untersucht worden, namentlich die Längen- und Breitenmaasse, die Tiefendurchmesser, die Maasse des Kopf- und Brustumfangs und der Extremitäten, sowie endlich die Gewichtsverhältnisse des Körpers und seiner einzelnen Theile sind bekannt.

Um nur die neueren Untersuchungen theilweise anzudeuten, erwähne ich, dass Franz Liharzik in seinem Buche: „Das Gesetz des Wachsthums und der Bau des Menschen, Proportionslehre aller menschlichen Körpertheile für jedes Alter und für beide Geschlechter" (Wien 1862) dem Längswachsthum des Menschen einen allgemeinen und sehr einfachen Ausdruck gegeben hat, der einen überraschenden Einblick in die scheinbar so verwickelten Einzelvorgänge bietet. Das allgemeine Gesetz, welches dem Wachsthum der Körperoberfläche des Menschen zu Grunde liegt, wurde durch umfassende Messungen, die C. Meeh[1]) im hiesigen Physiologischen Institute ausführte, festgestellt.

Die Umrisse der menschlichen Gestalt aber, die Contouren des Gesammtkörpers und seiner Einzeltheile, welche doch auch ein mehrfaches Interesse bieten, sind bisher noch nicht untersucht worden. Man hätte sie wohl annähernd construiren können aus den bekannten Längenmaassen, den Breiten- und bei den Seiten-

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 425.

contouren auch den Tiefendurchmessern der einzelnen Theile, aber direct nachgemessen am lebenden Menschen sind sie noch nicht.

Von Herrn Prof. Dr. v. Vierordt wurde ich aufgefordert dies zu thun, und habe es mit seiner Hilfe, wofür ich ihm hier meinen besten Dank sage, an einer Anzahl von Individuen verschiedenen Alters ausgeführt.

Ich habe diese Messungen nicht direct am Körper gemacht, sondern habe, was sich auch viel mehr empfiehlt, die Umrisse desselben erst auf Papier übertragen und konnte nun hier mit grösserer Bequemlichkeit und Genauigkeit die Zahlen bestimmen. Um die Umrisse der Gestalt, wie dieselbe von vorn gesehen erscheint, nachzeichnen zu können, war es nöthig, den entkleideten Menschen flach auf den Rücken zu legen, und jetzt kam es darauf an, mit einem exact senkrecht geführten Bleistift an dem Rande des Körpers längs zu fahren. Hierzu hatte Herr Prof. Vierordt ein ganz einfaches Instrument anfertigen lassen. Es besteht aus einem hölzernen rechtwinkligen, durchbrochenen Dreieck, dessen eine 166 mm lange kleinere horizontale Kathete einen kleinen metallenen Fuss trägt, so dass auf diesem das Dreieck in senkrechter Stellung stehen und in dieser Weise mit der anderen verticalen 290 mm langen Kathete am Körper herumgeführt werden kann. Am unteren Ende dieser Kathete befindet sich ein senkrechter Bleistifthalter, welcher durch eine Spiralfeder nach abwärts gedrückt wird. Wird dies Dreieck senkrecht auf den Tisch gestellt und dem Rande des Körpers entlang geführt, so zeichnet der durch die Spirale nach abwärts gedrückte dünne Stift die Contouren mit tadelloser Schärfe auf das unterliegende Papier. Der Bleistift muss gut geschärft sein, so dass seine Spitze genau in der verlängerten Linie der senkrechten Kathete, also in der Spitze des rechten Winkels des kleinen Apparates liegt. Um die niedrigeren und kleineren Theile des menschlichen Körpers bequemer nachzeichnen zu können, brauchte ich noch ein kleineres Instrument, welches aus einem einfachen länglich viereckigen Brettchen von 116 mm Länge und 20 mm Höhe besteht, das unten wieder mit einem Fuss und vorn mit einem gleichen Bleistifthalter, wie eben beschrieben, versehen ist, da dies handlicher ist und sich leichter zwischen

die gespreizten Finger und Zehen einführen lässt als der grössere „Winkel“.

Ich habe erst die Grenzen der einzelnen Theile am Körper bestimmt und durch einen feinen Pinsel mit Karminroth bezeichnet und dann erst die Contouren auf Papier übertragen.

Beginnen wir mit den oberen Extremitäten. Die Hand wird nachgezeichnet bei aufgelegter Vola manus mit gespreizten Fingern. Die Grenze zwischen Mittelhand und Fingern ist bestimmt an den äusseren Seiten durch die Achse, welche wir uns durch die Gelenke zwischen Metakarpus und den ersten Phalangen gelegt denken. Die innere Grenze des kleinen und Zeigefingers aber und beide oberen Grenzen des 3. und 4. Fingers entsprechen selbstverständlich nicht dem entsprechenden Skelettheil, sie liegen also nicht im Gelenk, sondern unterhalb desselben und werden durch die bezügliche Hautfalte bestimmt. Betrachtet man die Hand von ihrer Dorsalseite, so scheinen die Contouren der Finger viel länger zu sein, als sie es wirklich sind, wenn man die Finger spreizt, oder wenn man die Hand umdreht und von ihrer Volarfläche ansieht. Der Daumen wird für sich besonders nachgezeichnet, weil er ja in Gegenstellung zu den übrigen Fingern steht und dadurch bewirkt, dass die Hand ein Greif- und Fassorgan wird. Man lässt ihn allein bei nach abwärts gestreckter Hand auf die Tischkante legen. Seine obere äussere Grenze ist wieder durch die quere Achse seines Gelenkes bestimmt, während die innere durch die zungenförmige Hautfalte weiter nach abwärts verlegt ist. In diesen Fällen nehmen wir also nicht die osteologischen Grenzen, sondern selbstverständlich die natürlichen, wie sie sich am lebenden Menschen darbieten.

Die Grenze der Hand gegen den Vorderarm ergibt sich wieder von selbst durch eine durch das von Radius und Ulna einerseits und die obere Reihe der Carpalknochen andererseits gebildete obere Handgelenk gelegte Achse. Die äussere Contour also der Handwurzel und Mittelhand wird dargestellt durch die Linie, welche von dieser Achse gezogen wird am äusseren Rande der Hand hinab zur oberen äusseren Grenze des kleinen Fingers, welche wir vorher bestimmt haben. Die innere Seite der Handwurzel und Mittelhand setzt sich zusammen aus der Summe der Linien vom

Handgelenk bis zur oberen äusseren Daumengrenze und von der oberen inneren Daumengrenze bis zum oberen äusseren Gelenk des Zeigefingers.

Der Unterarm wird gleichfalls bei gestreckter Lage des Arms auf dem Tische, wenn wieder die Vola manus nach abwärts sieht, also in Pronationsstellung nachgezeichnet. Seine untere Grenze ist schon vorher im Handgelenk bestimmt, und seine obere Grenze habe ich durch einen Kreis angedeutet, welchen ich vorher um das Ellbogengelenk zog, der aussen über die Spitze des Olekranon geht und innen sich durch die Hautfalte im Ellbogengelenk von selbst ergibt. — Der Oberarm kann nur theilweise in dieser Lage nachgezeichnet werden, da er sich auf diese Weise nicht ganz auf den Tisch legen lässt. Seine untere Grenze gegen den Vorderarm kennen wir ja schon, und seine obere Grenze, soweit er sich so nachzeichnen lässt, markirte ich durch einen Kreis, der um den Oberarm gezogen wird, genau an der Stelle, wo der Musculus deltoideus seinen Ansatz findet, was am Lebenden bei Anspannung der Musculatur deutlich hervortritt. Der obere Theil des Oberarms von hier bis aussen zum Akromion und innen zur Achselhöhle wird bei horizontaler Rückenlage nachgezeichnet. Diese Grenze des Oberarms gegen den Rumpf ist natürlich wieder nicht anatomisch, da der Humerus mit seinem Kopfe noch unter das Akromion hinaufragt und ebenso an der inneren Seite der Rand des Musculus pectoralis viel früher eine natürliche Grenze bildet.

Die Umrisse des Rumpfes werden zusammengesetzt aus zwei oberen und zwei seitlichen Rändern. Der obere Rand geht jederseits von der Marke, welche ich auf dem Akromion als Grenze zwischen Rumpf und Oberarm gezogen habe, bis zum Winkel, der durch Hals und Rumpf gebildet wird. Der Seitenrand des Rumpfes stösst oben wieder an dem Musculus pectoralis mit der inneren Oberarmgrenze zusammen und geht nach unten bis zu einer Linie, die ich als obere Grenze des Oberschenkels über die Spitze des Trochanter major ziehe.

Die Umrisse von Kopf und Hals fasse ich zusammen, da sich hier eine Grenze schwer bestimmen lässt. Bei horizontaler Rückenlage würde die Grenze an der Seite des Kopfes unterhalb des

Ohres zu ziehen sein, während doch vorn das Gesicht sich noch weit nach abwärts am Halse hinunterzieht.

Jetzt fehlen uns noch die Maasse der unteren Extremitäten. Sie setzen sich zusammen aus den Umrissen des Oberschenkels, Unterschenkels, einer Vertical- und einer Horizontalcontour des Fusses, welche letztere ich nothwendig mit berücksichtigen musste.

Die Grenze zwischen Ober- und Unterschenkel zeigt uns ein Kreis, den ich um das Knie herum gezeichnet habe. Er trifft vorn die Mitte der Patella, geht an den Seiten durch die Achse des Kniegelenks und wird hinten wieder von einer natürlichen Hautrinne bestimmt. Die äussere Seite des Oberschenkels geht also von der Spitze des grossen Rollhügels bis zu diesem Kreis, die innere vom Damm bis eben dahin.

Die untere Grenze des Unterschenkels deutet ein Kreis an, welchen ich über den Malleolus internus tibiae und den äusseren Knöchel des Wadenbeins ziehe.

Die Verticalcontour des Fusses geht jederseits von diesen Punkten bis zur Sohle.

So weit wird die untere Extremität auch in horizontaler Rückenlage des Menschen nachgezeichnet. Die bei diesen Abmessungen am gestreckten Bein als Theilgrenzen benutzten horizontalen Ebenen fallen nahezu zusammen mit der Lage der queren Bewegungsachsen in den drei grossen Gelenken, und die so gewonnenen Maasse sind demnach hier mit vollem Recht auch in osteologischer Beziehung richtig. Aus ihnen kann man genaue Werthe für die Höhe des Oberschenkels, des Unterschenkels und des Fusses erhalten. Sie behalten ihre Richtigkeit in allen Stellungen, welche die Gelenke zulassen, während dies nicht von den Maassen der oberen Extremität gesagt werden kann.

Die Horizontalcontour des Fusses übertrage ich bei aufgestellter Sohle auf das Papier, indem das Instrument wieder wie bei der Hand hier bis in die Winkel, welche die Zehen mit einander bilden, geführt wird. Die Grenze der einzelnen Zehen gegen den Mittelfuss ist wieder nur aussen bei der grossen und kleinen Zehe eine der osteologischen einigermassen parallele, sonst wird sie gebildet durch eine gekrümmte Linie, welche über die Scheitel der Winkel zwischen

den einzelnen Zehen gezogen wird. Im Allgemeinen glaube ich sagen zu dürfen, dass die hier für die Horizontalcontour des Fusses erhaltenen Maasse durchschnittlich zu klein und wohl nur bei den ganz kleinen Kindern richtig sind, weil namentlich die Zehen in den späteren Jahren durch das beengende Schuhzeug in ihrem Wachsthum behindert und abnorm gekrümmt sind.

Da ich nur Individuen männlichen Geschlechts als Versuchsobjecte benutzt habe, so sind in die Tabellen auch die Umrisse der äusseren Geschlechtstheile eingetragen. Diese Zahlen jedoch habe ich durch directe Messung bestimmt.

Nachdem ich so die Umrisse des ganzen Körpers und seiner einzelnen Theile mit ihren Grenzen auf dem Papier nachgezeichnet hatte, wurden sie mit einem Centimetermaass, das auf schmale Papierstreifen übertragen senkrecht zur Zeichnung gestellt wurde und jedem Umriss exact angelegt werden konnte, genau nachgemessen. Weil sich hierbei immer kleine Fehler einstellen, die eher dem Nachzeichnen als einem unrichtigen Messen zuzuschreiben sind, so habe ich stets von den gefundenen Werthen das Mittel genommen. Die Grösse dieses Fehlers hätte ich allerdings durch öfter wiederholtes Zeichnen eines Körpertheils controliren können, glaubte aber darauf verzichten zu dürfen, da er sich mir beim jedesmaligen Nachmessen ungefähr von selbst ergab.

Bei einer Extremität z. B. habe ich von jedem Theil derselben rechts wie links die äussere und innere Seite gemessen und aus den gefundenen Zahlen, die selten um mehrere Centimeter, häufig aber bloss um mehrere Millimeter differirten, das Mittel gezogen, so dass dadurch der Fehler natürlich immer kleiner wird.

Beim Rumpf habe ich den oberen und seitlichen Rand rechts wie links gemessen und je das Mittel dieser zwei Werthe aufgeschrieben, so dass also der Umriss des ganzen Rumpfes aus der Summe der verdoppelten Mittelzahlen besteht.

Für Kopf und Hals konnte ich natürlich immer nur eine Zahl nehmen; ich musste den ganzen Umriss fortlaufend messen, da es unmöglich ist, auf dem Scheitel den Medianpunkt zu bestimmen und den Umriss in zwei gleiche seitliche Hälften zu zerlegen; ich konnte hier also weder Zeichnung noch Messung controliren.

Weil solche kleine Fehler unvermeidlich sind, so darf man diese Messungen nicht für so genau halten, dass sich Unterschiede in den Contouren rechts und links nachweisen lassen, welche bedingt sind durch die grössere Entwicklung einer Seite in Folge des vermehrten Gebrauches. Aber mir ist doch wiederholt aufgefallen, dass namentlich die Umrisse der rechten Hand, besonders bei Arbeitern, die der linken um einige Centimeter übertrafen. Weil dies öfter vorkam und auch die Differenz ziemlich gross war, so glaube ich es nicht allein auf fehlerhaftes Nachzeichnen oder Messen schieben zu dürfen, sondern es lässt sich sehr wohl denken, da bekanntlich die Musculatur bei den meisten Menschen auf der ganzen rechten Seite stärker entwickelt ist als links und dies bei vielen ja auch einen solchen Grad erreicht, dass ein sichtbarer Unterschied namentlich zwischen rechter und linker Hand besteht.

In den ersten drei Tabellen habe ich die aus den Messungen 24 verschiedener Individuen gewonnenen Resultate verzeichnet. Ich habe die Individuen nach ihrer Körperlänge geordnet; bei den ersten stimmt diese Reihenfolge ja auch mit dem Alter überein, zuletzt aber nicht mehr.

Tabelle I.

Individuum	I. Fötus	II. Fötus	III. Fötus	IV. Fötus	V. Kind	VI. Kind	VII. Kind	VIII. Kind
Grösse . .	16^{cm}	22^{cm}	28^{cm}	41^{cm}	50^{cm}	50^{cm}	57,5^{cm}	64,5^{cm}
Gewicht . .	—	—	—	—	2,970^{kg}	3,200^{kg}	5,94^{kg}	7,94^{kg}
Alter . . .	4 Mon.	5 Mon.	6 Mon.	7 Mon.	Neonatus		1/4 Jahr	3/4 Jahr
Kopf u. Hals	12^{cm}	14,6^{cm}	19,4^{cm}	25,0^{cm}	32,0^{cm}	32,2^{cm}	39,8^{cm}	56,8^{cm}
Oberarm								
äussere Seite	2,2^{cm}	3,0^{cm}	4,5^{cm}	5,8^{cm}	7,5^{cm}	8,3^{cm}	9,5^{cm}	10,4^{cm}
innere „	1,6	2,8	2,8	5,0	6,5	6,5	7,0	8,9
Oberarm . .	3,8	5,8	7,3	10,8	14,0	14,8	16,5	19,3
Unterarm								
äuss.Contour	2,2^{cm}	2,8^{cm}	4,0^{cm}	5,2^{cm}	6,5^{cm}	6,0^{cm}	8,0^{cm}	9,3^{cm}
innere „	1,8	2,8	3,5	5,0	6,2	6,5	7,5	8,2
Unterarm .	4,0	5,6	7,5	10,2	12,7	12,5	15,5	17,5
Hand . . .	8,0^{cm}	13,0^{cm}	19,8^{cm}	24,8^{cm}	31,0^{cm}	28,0^{cm}	36,5^{cm}	40,8^{cm}
Finger . .	6,6^{cm}	10,8^{cm}	17,0^{cm}	21,3^{cm}	26,0^{cm}	23,8^{cm}	31,5^{cm}	35,3^{cm}
Obere Extremität .	15,8	24,4	34,6	45,8	57,7	55,3	68,5	77,6

Fortsetzung von Tab. I.

Individuum	I. Fötus	II. Fötus	III. Fötus	IV. Fötus	V. Kind	VI. Kind	VII. Kind	VIII. Kind
Rumpf								
oberer Rand	1,0 cm	1,5 cm	2,0 cm	3,0 cm	3,0 cm	3,0 cm	3,7 cm	4,6 cm
seitlicher „	4,1	6,8	8,0	13,0	16,0	16,2	18,5	19,0
Rumpf . . .	10,2	16,6	20,0	32,0	38,0	38,4	44,4	47,2
Scrotum . .	—	—	—	—	8,0 cm	8,0 cm	8,0 cm	6,0 cm
Penis . . .	—	—	—	—	5,0	5,0	5,0	5,0
Oberschenkel								
äussere Seite	2,7 cm	4,0 cm	5,0 cm	8,0 cm	9,8	10,5	11,5	13,3
innere „	2,3	3,5	3,8	6,5	7,0	8,4	9,0	11,0
Oberschenkel	5,0	7,5	8,8	14,5	16,8	18,9	20,5	24,3
Unterschenkel								
äuss. Contour	2,2 cm	3,0 cm	5,0 cm	7,5 cm	8,4 cm	8,5 cm	10,2 cm	12,8 cm
innere „	2,2	3,4	4,8	7,0	8,5	8,0	8,8	11,0
Unterschenkel	4,4	6,4	9,8	14,5	16,9	16,5	19,0	23,8
Fuss, Verticalcontour . .	0,8 cm	1,2 cm	1,5 cm	2,0 cm	3,0 cm	2,2 cm	3,5 cm	5,3 cm
Fuss, Horizontalcontour .	6,0	9,4	14,5	22,8	25,0	25,8	33,2	35,8
Zehen . . .	2,8 cm	4,6 cm	7,5 cm	12,3 cm	12,0 cm	12,8 cm	17,0 cm	19,3 cm
Untere Extremität .	16,2	23,3	34,6	53,8	61,7	63,4	74,2	89,2
Ganze Körpercontour . .	86,2 cm	106,6 cm	177,8 cm	256,2 cm	321,8 cm	321,0 cm	382,6 cm	448,6 cm

Tabelle II.

Individuum	IX. Kind	X. Kind	XI. Kind	XII. Kind	XIII. Kind	XIV. Knabe	XV. Knabe	XVI. Knabe
Grösse . .	68,5 cm	72,0 cm	86,5 cm	92,1 cm	104,2 cm	106,0 cm	118,4 cm	122,6 cm
Gewicht . .	8,31 kg	9,172 kg	12,766 kg	10,563 kg	17,531 kg	19 kg	23,781 kg	23,203 kg
Alter . . .	1 Jahr	1½ Jahr	3 Jahr	4 Jahr	4¾ Jahr	6¼ Jahr	9¼ Jahr	10 Jahr
Kopf u. Hals	50,2 cm	49,5 cm	54,5 cm	56,5 cm	57,8 cm	58,4 cm	61,0 cm	56,9 cm
Oberarm								
äussere Seite	12,3 cm	11,2 cm	15,0 cm	15,6 cm	17,4 cm	18,4 cm	21,4 cm	22,2 cm
innere „	10,2	8,2	11,0	15,5	14,2	13,8	16,6	17,3
Oberarm . .	23,5	19,4	26,0	31,1	31,6	32,2	38,0	39,5
Unterarm								
äuss. Contour	9,8 cm	9,6 cm	11,4 cm	12,8 cm	14,8 cm	13,8 cm	16,5 cm	17,9 cm
innere „	9,2	9,0	12,0	12,8	15,0	14,1	16,9	18,3
Unterarm .	19,0	18,6	23,4	25,6	29,8	27,9	33,4	36,2
Hand . . .	41,5 cm	43,3 cm	52,9 cm	56,3 cm	67,5 cm	64,2 cm	67,5 cm	73,0 cm

Fortsetzung von Tab. II.

Individuum	IX. Kind	X. Kind	XI. Kind	XII. Kind	XIII. Kind	XIV. Knabe	XV. Knabe	XVI. Knabe
Finger . . .	35,3 cm	37,0 cm	44,9 cm	47,3 cm	57,2 cm	54,4 cm	56,7 cm	60,7 cm
Obere Extremität .	84,0	81,3	102,3	113,0	128,9	124,3	138,9	148,7
Rumpf oberer Rand	3,8 cm	5,0 cm	4,8 cm	6,0 cm	6,6 cm	6,7 cm	7,4 cm	8,8 cm
seitlicher „	20,8	21,5	23,3	27,25	30,5	32,5	32,0	35,0
Rumpf . . .	49,2	53,0	56,2	66,5	74,2	78,4	78,8	87,6
Scrotum . .	7,0 cm	7,0 cm	5,0 cm	7,0 cm	7,0 cm	8,0 cm	8,0 cm	11,0 cm
Penis . . .	6,0	6,0	7,0	9,0	7,0	7,5	9,0	11,0
Oberschenkel äussere Seite	14,5	14,3	19,2	18,7	23,3	23,6	28,5	27,6
innere „	11,2	11,2	15,0	18,0	20,5	19,0	23,5	26,3
Oberschenkel	25,7	25,5	34,2	36,7	43,8	42,6	52,0	53,9
Unterschenkel äuss. Contour	14,0 cm	15,0 cm	19,4 cm	21,2 cm	23,0 cm	24,0 cm	26,4 cm	29,2 cm
innere „	12,2	13,1	19,8	21,0	22,5	23,5	25,4	27,5
Unterschenkel	26,2	28,1	39,2	42,2	45,5	47,5	51,8	56,7
Fuss, Verticalcontour . .	5,2 cm	5,0 cm	5,0 cm	8,0 cm	7,6 cm	7,1 cm	9,8 cm	10,0 cm
Fuss, Horizontalcontour .	36,2	38,8	48,5	50,1	59,2	54,8	58,8	66,0
Zehen . . .	18,2 cm	20,2 cm	24,3 cm	26,0 cm	30,2 cm	30,0 cm	25,8 cm	34,2 cm
Untere Extremität .	93,3	97,3	126,9	136,9	156,1	152,0	172,4	186,6
Ganze Körpercontour . .	467,0 cm	472,7 cm	581,1 cm	638,8 cm	716,0 cm	704,9 cm	779,4 cm	837,1 cm

Tabelle III.

Individuum	XVII. Jüngling	XVIII. Jüngling	XIX. Junger Mann	XX. Junger Mann	XXI. Mann	XXII. Mann	XXIII. Junger Mann	XXIV. Jüngling
Grösse . .	138,0 cm	148,0 cm	158,0 cm	160,5 cm	160,5 cm	171,5 cm	179,0 cm	188,0 cm
Gewicht . .	33,125 kg	37,812 kg	50,375 kg	60,125 kg	52,422 kg	72,391 kg	77,375 kg	79,125 kg
Alter . . .	14 Jahr	15 Jahr	20½ J.	21¾ J.	48 Jahr	39 Jahr	20½ J.	18½ J.
Kopf u. Hals	60,5 cm	60,5 cm	63,2 cm	66,8 cm	60,4 cm	62,5 cm	68,8 cm	66,8 cm
Oberarm äussere Seite	25,7 cm	27,0 cm	32,4 cm	29,3 cm	26,7 cm	34,2 cm	30,8 cm	35,0 cm
innere Seite	17,9	19,6	19,6	19,9	23,0	22,1	24,0	23,1
Oberarm . .	43,6	46,6	52,0	49,2	49,7	56,3	54,8	58,1

Fortsetzung von Tab. III.

Individuum	XVII. Jüngling	XVIII. Jüngling	XIX. Junger Mann	XX. Junger Mann	XXI. Mann	XXII. Mann	XXIII. Junger Mann	XXIV. Jüngling
Unterarm								
äuss. Contour	19,5 cm	21,6 cm	23,1 cm	24,1 cm	23,4 cm	26,6 cm	24,9 cm	27,5 cm
innere „	20,4	21,4	23,6	24,5	25,6	26,0	25,3	28,4
Unterarm . .	39,9	43,0	46,7	48,6	49,0	52,6	50,2	55,9
Hand . . .	79,3 cm	88,8 cm	83,7 cm	94,6 cm	103,2 cm	98,8 cm	96,1 cm	109,2 cm
Finger . . .	66,2 cm	72,1 cm	69,2 cm	78,1 cm	83,4 cm	83,3 cm	78,8 cm	89,7 cm
Obere Extremität .	162,8	178,4	182,4	192,4	201,9	207,7	201,1	223,2
Rumpf								
oberer Rand	9,5 cm	9,0 cm	10,3 cm	10,7 cm	10,8 cm	11,5 cm	11,9 cm	9,6 cm
seitlicher „	33,8	36,5	40,2	46,0	41,6	42,5	51,0	50,0
Rumpf . . .	86,6	91,0	101,0	113,4	104,8	108,0	125,8	119,2
Scrotum . .	5,5 cm	14,0 cm	18,0 cm	16,0 cm	19,0 cm	16,0 cm	18,0 cm	20,0 cm
Penis . . .	11,0	18,0	20,0	20,0	22,0	15,0	20,0	18,0
Oberschenkel								
äussere Seite	35,0	40,3	41,4	37,8	42,9	44,2	45,9	49,5
innere „	30,4	33,5	31,7	34,4	38,0	34,5	40,0	42,7
Oberschenkel	65,4	73,8	73,1	72,2	80,9	78,7	85,9	92,2
Unterschenkel								
äuss. Contour	35,6 cm	37,8 cm	37,8 cm	38,2 cm	39,9 cm	45,2 cm	46,5 cm	46,5 cm
innere „	34,2	36,0	36,5	35,2	39,2	42,8	45,1	45,8
Unterschenkel	69,8	73,8	74,3	73,4	79,1	88,0	91,6	92,3
Fuss, Verticalcontour . .	10,8 cm	9,5 cm	11,0 cm	12,5 cm	12,8 cm	12,0 cm	10,6 cm	15,8 cm
Fuss, Horizontalcontour .	73,5	77,2	72,2	80,5	85,3	81,5	82,1	93,6
Zehen . . .	35,5 cm	37,2 cm	34,4 cm	39,5 cm	41,8 cm	37,0 cm	38,9 cm	45,4 cm
Untere Extremität .	219,5	234,3	230,6	238,6	258,1	260,2	270,2	293,9
Ganze Körpercontour . .	928,2 cm	1008,9 cm	1028,2 cm	1075,2 cm	1126,2 cm	1137,3 cm	1175,2 cm	1258,2 cm

Ich habe angefangen mit Messungen von vier Fötis aus verschiedenen Monaten, welche ich als die geeignetsten von einer Sammlung auf der hiesigen Anatomie ausgewählt habe. Da dieselben aber weiblichen Geschlechts waren, so fehlen die Maasse der äusseren Genitalien. Das Gewicht habe ich auch fortgelassen, weil sie von Spiritus gänzlich durchtränkt und ein wenig geschrumpft

waren. In Folge des Schrumpfens sind vielleicht auch die Maasse ungenau, aber dann hätte ich die Contouren von Kindern in verschiedenen Stadien vor der Geburt ganz fortlassen müssen.

Darauf folgen zwei neugeborene Kinder, welche ich in der hiesigen Geburtshilflichen Klinik mit gütiger Erlaubniss des Herrn Prof. Dr. v. Säxinger gemessen habe. Diese besitzen allerdings nicht das normale Körpergewicht, haben aber doch die durchschnittliche Länge und stimmen auch in ihren Maassen so ziemlich mit einander überein.

Nun kommen verschiedene Kinder aus den ersten Lebensjahren, wo das Wachsthum bekanntlich am stärksten ist. Ein Kind von nur 1/4 Jahr wiegt schon nahezu doppelt so viel wie bei der Geburt, und ein Kind von 3 Jahren wiegt schon viermal so viel. Es zeigt sich auch darin, dass die Körpercontour eines Kindes von 3 Jahren fast das Doppelte beträgt von der eines neugeborenen.

Für die übrigen Jahre habe ich mir die Individuen nach ihrer Körperlänge ausgesucht und habe als ältestes Individuum einen Mann im 48. Lebensjahre gemessen. Maassgebend waren mir hierbei die von Quetelet gefundenen durchschnittlichen Körperlängen:

0	Jahr	50 cm
1	„	70
2	„	80
3	„	87
4	„	93
6	„	105
8	„	116
10	„	128
12	„	138
14	„	149
17	„	163
25	„	168

Doch bin ich weit über dies hier angegebene längste durchschnittliche Maass hinausgegangen, da das längste Individuum, welches ich bekommen konnte, 188 cm misst.

Die Tabellen sind nach den verschiedenen Körpertheilen in einzelne Rubriken abgetheilt.

Die Contour der oberen Extremität ist die Summe der Zahlen, welche für Oberarm, Vorderarm und Hand gefunden wurden; die

der unteren Extremität setzt sich zusammen aus den Umrissen des Ober- und Unterschenkels, der Vertical- und Horizontalcontour des Fusses.

Wie schon früher erwähnt, ist also die Zahl für eine Extremität das Mittel der Zahlen, welche aus den Messungen jeder Extremität rechts und links gefunden wurden. Hier in den Tabellen ist jede Extremität für sich einzeln aufgeführt.

Die ganze Körpercontour besteht aus den Contouren von Kopf und Hals, Rumpf, den beiden oberen und unteren Extremitäten, also der verdoppelten Mittelzahl jeder Extremität und den äusseren Genitalien.

Bekanntlich ist der Kopf eines neugeborenen Kindes sehr stark entwickelt und derjenige Theil des menschlichen Körpers, welcher im späteren Wachsthum im Verhältniss zu anderen Körpertheilen an Grösse am wenigsten zunimmt. Auch meine Tabellen zeigen es deutlich, obgleich hier der Hals mit dazugerechnet ist, der doch viel bedeutender wächst, da er bei neugeborenen Kindern nur 1^{cm} lang ist.

Die grösste Differenz zwischen dem Umriss des Kopfes und Halses eines neugeborenen Kindes und dem eines erwachsenen Mannes beträgt 34^{cm}, während der Rumpf um 87 differirt, die obere Extremität um 166, die untere um 231 und die ganze Körpercontour um 936^{cm}. Hierbei ist der Unterschied in der Körperlänge 138^{cm} und im Gewicht 76^{kg}.

Doch lassen sich alle diese Verhältnisse besser als in Zahlen in einer graphischen Darstellung überblicken. Zu dem Zwecke habe ich vorher die Tab. IV (s. folg. Seite) zusammengestellt, um hiernach in übersichtlicher Weise die graphische Tafel zeichnen zu können.

In derselben sind in der ersten Rubrik die Individuen bezeichnet, welche ich zu diesem Zwecke aus den drei ersten Tabellen genommen habe. Sie führen hier dieselben römischen Zahlen wie dort. Als Maasse des neugeborenen Kindes sind aus den Zahlen, welche für beide gefunden worden, die Mittel gezogen. In der zweiten Rubrik ist die Körperlänge angegeben. Dann folgen die unteren Extremitäten, Zahlen also, welche das Doppelte der in den

Tabelle IV (s. Taf. II).

Individuum	Körperlänge	Untere Extremitäten	Rumpf	Obere Extremitäten	Kopf und Hals	Ganze Körpercontour
Fötus III.	28	69	20	69	19	177
Neonatus	50	125	38	113	32	308
VII.	57,5	148	44	137	40	369
VIII.	64,5	178	47	155	57	437
IX.	68,5	186	49	168	50	453
X.	72	194	53	163	50	459
XI.	87	254	56	205	55	570
XII.	92	274	67	226	57	624
XIII.	104	312	74	258	58	702
XIV.	106	304	78	249	58	689
XV.	118	345	79	278	61	763
XVI.	122	374	88	298	57	817
XVII.	138	439	87	326	61	913
XVIII.	148	469	91	357	61	978
XIX.	158	461	101	365	63	990
XX.	160,5	487	113	385	67	1052
XXII.	171,5	520	108	416	63	1107
XXIII.	179	540	126	402	69	1137
XXIV.	188	588	119	446	67	1220

ersten drei Tabellen enthaltenen Zahlen angeben, ebenso die oberen Extremitäten. Rumpf, Kopf und Hals zeigen natürlich die gleichen Zahlen, nur mit dem Unterschied, dass überall die Decimalstellen fehlen, die Zahlen abgerundet sind. Theils daher, und ferner weil die Genitalien nicht berücksichtigt sind, kommt es, dass die Zahlen für die Gesammtkörpercontour nicht übereinstimmen.

Die Abscissenwerthe der beiliegenden Taf. II sind die Körperlängen, die Ordinaten beziehen sich auf die Contouren; beide sind in Centimetern ausgedrückt. Hier sind nun die verschiedenen Individuen, wie in Tab. IV angegeben, eingetragen worden. Es sind nicht alle Föten angegeben, weil ihre Maasse so klein sind, dass sie sich auf der Tafel nur schlecht wiedergeben lassen; ebenso fehlt XXI, weil dieses Individuum die gleiche Körperlänge hat wie XX und diese beiden demnach auf der Tafel zusammenfallen würden.

Von links nach rechts folgen die Individuen nach ihrer Körperlänge, und von oben nach unten deuten die untersten punktirten Linien

die Contouren der unteren Extremitäten an; dann folgt der ausgezogene Strich als Umriss des Rumpfes. Die nächste punktirte Linie bedeutet die oberen Extremitäten und der letzte Strich die Contour von Kopf und Hals. Die Grenzpunkte der einzelnen Körperabschnitte sind durch Linien mit einander verbunden. Oben bezeichnen die römischen Zahlen wieder die einzelnen Individuen.

Man sieht sofort, dass die Extremitäten weitaus den grössten Theil der Gesammtkörpercontour ausmachen, ferner dass die Contouren mit zunehmender Körperlänge auch gleichmässig zunehmen, dass der Rumpf aber weniger wächst, vielmehr die unteren Extremitäten besonders es sind, welche die grössere Körperlänge bedingen.

Bei Individuum XIV namentlich ist dies auffallend, hier sind die Contouren der unteren Extremitäten kleiner als bei XIII, der Rumpf ist bei XIV sogar grösser, aber doch ist die ganze Körpercontour geringer. Ebenso bei XIX; auch hier ist die Contour der unteren Extremitäten geringer als bei XVIII, und obgleich die Körperlänge um 10^{cm} variirt, die Contour des Rumpfes bei XIX noch um 10^{cm} grösser ist als bei XVIII, so nimmt doch die Gesammtcontour nicht in dem Maasse zu, eben weil die unteren Extremitäten nicht so entwickelt sind.

Wollen wir ferner die Umrisse der einzelnen Körpertheile eines Individuums mit einander vergleichen, so geschieht das am besten, wenn wir einen Theil als Einheit hinstellen und hiernach die übrigen Werthe berechnen. Weil, wie schon erwähnt, der Kopf im späteren Wachsthum am wenigsten zunimmt, so habe ich dessen Contour in Tab. V (s. folg. Seite) bei jedem Individuum als 100 angenommen und jetzt nach den ersten drei Tabellen aus einer ganz einfachen Gleichung die relativen Werthe der Gliedmaassen und des Rumpfes logarithmisch berechnet.

Der Rumpf ist beim viermonatlichen Fötus kleiner als der Kopf, schon im fünften Monat hat er an Umfang zugenommen und misst beim Neugeborenen, wenn Kopf und Hals als 100^{cm} angenommen sind, 119^{cm}. Doch ist dies Verhältniss zwischen Rumpf und Kopf, wie wir sehen, individuell sehr verschieden, denn im ersten Kindesalter kommen wieder Beispiele, wo die Kopfcontour grösser ist als die des Rumpfes. Später aber überwiegt immer der

Tabelle V.

Individuum	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Kopf u. Hals	100	100	100	100	100	100	100	100
Oberarm	31,666	39,727	37,629	43,200	43,751	45,963	41,458	33,979
Unterarm	33,334	38,357	38,660	40,800	39,688	38,820	38,945	30,810
Hand	66,667	70,728	102,07	99,232	96,875	86,957	91,709	71,831
Obere Extremität	131,67	167,13	178,35	183,20	180,31	171,74	172,10	136,62
Rumpf	85,001	113,70	103,09	128,0	118,75	119,25	111,56	83,098
Oberschenkel	41,610	51,370	45,361	58,002	52,500	58,695	50,335	42,782
Unterschenkel	36,667	43,836	50,516	58,002	52,813	51,242	47,739	41,902
Fuss	50,000	64,384	74,743	91,199	78,125	80,124	83,418	63,028
Untere Extremität	135,0	159,59	178,36	215,20	192,81	196,90	186,43	157,04
Ganze Körpercontour	718,34	730,15	916,50	1024,8	1005,6	996,90	961,31	789,79

Individuum	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
Kopf u. Hals	100	100	100	100	100	100	100	100
Oberarm	46,814	39,191	47,706	55,044	54,672	55,138	62,295	69,420
Unterarm	37,849	37,575	42,934	45,310	51,557	47,664	54,745	63,621
Hand	82,671	87,475	97,065	99,646	116,78	109,94	110,67	128,30
Obere Extremität	167,33	164,24	187,67	200,0	223,01	212,85	227,71	261,34
Rumpf	98,008	107,07	98,477	117,70	128,37	134,25	129,18	153,96
Oberschenkel	51,195	51,515	63,042	64,956	75,778	72,946	85,246	94,729
Unterschenkel	52,192	56,768	71,927	74,690	78,720	81,336	84,919	99,649
Fuss	72,113	78,383	88,990	88,673	102,42	93,837	96,394	116,00
Untere Extremität	185,86	196,56	232,84	242,30	270,07	260,28	282,63	327,94
Ganze Körpercontour	930,30	954,99	1066,2	1130,6	1238,7	1334,5	1277,7	1471,2

Individuum	XVII.	XVIII.	XIX.	XX.	XXI.	XXII.	XXIII.	XXIV.
Kopf u. Hals	100	100	100	100	100	100	100	100
Oberarm	72,068	77,027	82,278	73,652	82,285	90,081	79,651	86,977
Unterarm	65,951	71,076	73,893	72,755	81,125	84,161	72,965	83,682
Hand	131,08	146,78	132,44	141,62	170,86	158,08	139,68	163,47
Obere Extremität	269,09	294,88	288,60	288,02	334,27	332,32	292,30	334,13
Rumpf	143,14	150,42	159,81	169,76	173,51	172,80	182,85	178,44
Oberschenkel	108,10	121,99	115,67	108,09	133,94	125,92	124,85	138,02
Unterschenkel	118,06	121,99	117,56	109,88	130,96	140,80	133,14	138,17
Fuss	121,49	127,61	114,24	120,51	141,23	130,40	119,33	140,12
Untere Extremität	362,81	387,28	364,87	357,04	427,32	416,33	392,73	439,96
Ganze Körpercontour	1534,3	1667,6	1626,9	1609,6	1864,6	1767,0	1708,1	1883,5

Rumpf, und beim erwachsenen Menschen ist er etwa 1 3/4 mal so gross als Kopf und Hals.

Der Oberarm ist beim Neugeborenen kaum halb so gross, beim Erwachsenen etwas mehr als 3/4 mal so gross als der Kopf; der Vorderarm ist auch kleiner und zeigt etwa dieselben Verhältnisse. Die Hand hat erst im vierten Jahr die gleichen Umrisse wie der Kopf und wird beim voll entwickelten Menschen durchschnittlich etwas mehr als 1 1/2 mal so gross in ihren Umrissen als der Kopf und Hals zusammengenommen.

Die Contour der oberen Extremität ist beim Neugeborenen 1 3/4, beim Erwachsenen 3 1/4 mal so gross wie die des Kopfes.

Ober- und Unterschenkel variiren unter sich weniger als Ober- und Vorderarm, natürlich mit individuellen Verschiedenheiten; zum Kopf zeigen sie beim Neugeborenen das Verhältniss von 1 : 1/2, beim Erwachsenen von 1 : 5/4. Fuss und Kopf des Neugeborenen verhalten sich wie 1 zu etwas mehr als 3/4, beim Erwachsenen wie 1 : 5/4.

Die Contour der unteren Extremität zeigt beim Neugeborenen die doppelte, beim Erwachsenen die vierfache Zahl wie Kopf und Hals.

Die ganze Körpercontour ist beim neugeborenen Knaben 10 mal, beim erwachsenen Mann ungefähr 18 mal so gross wie Kopf und Hals. —

Nachdem wir jetzt auf diese Weise in Tab. V das Verhältniss aller Körpertheile eines Individuums zu einem als Einheit angenommenen betrachtet haben, so könnte es noch von Interesse sein, auch einzelne Theile mit einander zu vergleichen, und hier können die Extremitäten in ihren einzelnen Theilen unter sich und mit einander verglichen werden. Wollen wir aber das Verhältniss der oberen Extremitäten zu den unteren an einem Individuum feststellen, so müssen wir auf die absoluten Werthe, wie sie in den ersten drei Tabellen verzeichnet sind, zurückkommen.

Wie bisher wollen wir auch hier nur auf das neugeborene Kind und den erwachsenen Menschen Rücksicht nehmen. Zu dem Zwecke ziehe ich das Mittel aus den für die beiden neugeborenen Kinder V und VI und für die letzten fünf XX—XXIV gemessenen Individuen gefundenen Zahlen und erhalte folgende Werthe:

Körpercontouren	Kind	Mann
(Körperlänge	50	172)
Kopf und Hals . . .	32	65
Oberarm	14	54
Vorderarm	13	51
Hand	30	100
Obere Extremität . .	57	205
Rumpf	38	114
Oberschenkel	18	82
Unterschenkel . . .	17	85
Fuss, Verticalcontour .	3	13
„ Horizontalcontour	25	84
Untere Extremität . .	63	264
Ganze Körpercontour .	310	1117

Aus dieser Zusammenstellung kann man bequem die einzelnen Vergleiche herauslesen.

Zum Schluss habe ich noch jeden Körpertheil des neugeborenen Kindes als Einheit gesetzt und hiernach die Körpertheile sämmtlicher gemessenen Individuen berechnet.

Tabelle VI.

Individuum	Kopf und Hals	Oberarm	Unterarm	Hand	Obere Extremität	Rumpf	Oberschenkel	Unterschenkel	Fuss	Untere Extremität	Ganze Körpercontour
I.	37,383	26,393	31,747	27,119	27,965	26,702	28,090	26,347	23,622	25,920	26.820
II.	45,482	40,279	44,445	44,068	43,186	43,456	42,135	38,323	37,009	37,280	33.168
III.	60,436	50,695	59,524	67,119	61,240	52.357	49.438	58,653	57,088	55,361	55,370
IV.	77,881	75,000	80,953	84,068	81,063	83.770	81,462	86,826	89,764	86,080	79,713
Neonatus	(32,1) 100	(14,4) 100	(12,6) 100	(29,5) 100	(56,5) 100	(38,2) 100	(17,8) 100	(16,7) 100	(25,4) 100	(62,5) 100	(321,4) 100
VII.	123,99	114,59	123,02	123,73	121,24	116,23	115,17	113,77	130,71	118,72	119,04
VIII.	176,95	134,03	138,89	138,31	137,35	123,56	136,52	142,51	140,95	142,72	139,58
IX	156,39	163,20	150,79	140,68	148,67	128,79	144,38	156,52	142,52	149,28	145,29
X.	154,20	134,73	147,62	146,78	143,90	138,75	143.26	168,26	152,76	155,68	147,08
XI.	169,78	180,56	185,72	179,33	181,07	147,13	192.14	234,73	190,95	203,04	180,80
XII.	176,01	215,97	203,17	190,85	200,00	174,09	206,18	252,69	197,25	219,04	198.75
XIII.	180,06	219,45	236,51	228,81	228,14	194,24	246,07	272,45	233,07	249,76	222.77
XIV.	181,93	223,61	221,43	217,63	220,00	205,24	239,33	284,43	215,75	243,20	219,32
XV.	190,03	263,89	265,08	228.81	245,84	206.28	292,13	310,89	231,50	275,84	242.50
XVI.	177,26	274.30	287,30	247,46	263,19	229,32	302,81	339,52	259,84	298,56	260.46
XVII.	188,47	302,79	316.67	268,81	288,14	226,70	367,42	417,96	289,38	351,20	288,80
XVIII.	188,47	323,61	341,27	301,02	315,75	238,22	414,61	441,92	303,94	374,88	313,91
XIX.	196.89	361,11	370,64	283,73	322,83	264,40	410,68	444,91	284,26	368,96	319,91
XX.	208,10	341,67	385,72	320,68	340,53	296,86	405,62	439.52	316,64	381,76	334.54
XXI.	188,08	345,15	388,89	349,83	357.35	274,35	454,50	473,65	335,83	412,97	350.41
XXII.	194,70	390,98	417,47	334,92	367,61	282,72	442.13	526,94	320,87	416,33	353,85
XXIII.	214,33	380,56	389,41	325,76	355,93	329,32	482,58	548,50	323,23	432,32	365.65
XXIV.	208,10	403,48	443,65	370,17	395,04	312,05	517,98	552,69	368,51	470,23	391,47

Diese Tabelle erklärt sich von selbst. Wir haben in derselben die relativen Werthe für die Körpercontouren eines Individuums jeden Lebensalters im Vergleich zu den Contouren des neugeborenen Kindes. Auch diese Zahlen sind wieder aus derselben Ansatzgleichung wie früher in Tab. V gefunden, nur mit dem Unterschiede, dass hier jeder Körpertheil des neugeborenen Kindes als Einheit angenommen, gleich 100 gesetzt ist und hiernach derselbe Körpertheil eines jeden Individuums logarithmisch berechnet ist.

Hier lässt sich jetzt sehr schön das Wachsthum verfolgen. Der Kopf nimmt um das Doppelte zu, der Rumpf um das Dreifache, von den Extremitäten wachsen am meisten die unteren, beinahe um das Fünffache, die oberen nur um das Vierfache, und die ganze Körpercontour beträgt beim grössten Menschen viermal so viel wie beim neugeborenen Kinde.

Diese Messungen bestätigen die längst bekannten Thatsachen. Beim neugeborenen Kinde sind die Extremitäten am wenigsten entwickelt und der Kopf am meisten, daher wachsen diese auch so viel mehr als jener.

Ueber die Abnahme der einzelnen Organe bei an Atrophie gestorbenen Kindern.

Von

Wilhelm Ohlmüller.

(Aus dem Physiologischen Institut zu München.)

Es steht fest, dass im hungernden Organismus im Wesentlichen Eiweiss und Fett zerstört werden und zwar in sehr verschiedener Menge bei verschiedenen Individuen und bei demselben Individuum an verschiedenen Hungertagen. Die Grösse des Umsatzes an Eiweiss und Fett wird, ausser von der Masse der Organe und der Arbeitsleistung, vorzüglich von dem Verhältniss von Eiweiss und Fett im Körper bestimmt. Der verhungerte Körper kann in Folge davon alles Fett eingebüsst haben, aber unter Umständen auch noch beträchtliche Quantitäten von Fett einschliessen, so dass der Tod eintritt, weil die herabgekommenen eiweisshaltigen Organe nicht mehr im Stande sind, die Lebenserscheinungen in gehöriger Intensität zu ermöglichen.

Es ist nun eine wichtige Frage, in welchem Grade sich die einzelnen Organe an dieser Zersetzung betheiligen. Man glaubte vielfach aus der Gewichtsabnahme derselben auf die Intensität des in ihnen stattfindenden Stoffwechsels schliessen zu können. Man sollte wenigstens voraussetzen, dass die blutreichen Organe: Muskeln, Leber, Nervencentralorgane, Nieren, Milz, Herz, Lunge etc. ziemlich gleichmässig abnehmen und nur etwa die Knochen, Knorpeln, Sehnen in geringerem Grade an Masse verlieren.

Die Untersuchung der Organe verhungerter Thiere hat aber ganz andere und sehr auffallende Thatsachen ergeben.

Die ersten Versuche der Art wurden bekanntlich von Chossat[1]) und dann später von Schuchardt[2]) an Tauben ausgeführt; sie wählten gut genährte Thiere von gleichem Gewichte und Alter aus, tödteten die einen alsbald und ermittelten die Gewichte ihrer Organe, die der anderen aber erst nach dem Verhungern. Bidder und Schmidt[3]) stellten einen ähnlichen Versuch an Katzen an, aber leider an Thieren von sehr verschiedenem Gewicht, ungleichem Alter und Geschlecht, so dass keine genauen Zahlen erhalten werden konnten: die Hungerkatze wog nämlich bei Beginn der Inanition 2572g, das Versuchsthier, ein junger Kater, nur 1505g. Da ein directer Vergleich der beiden Thiere wegen des so sehr verschiedenen Körpergewichtes nicht möglich war, so suchten sie auf einem Umwege die Gewichte der Organe der Hungerkatze am ersten Hungertage zu erfahren; unter der nicht bewiesenen Annahme, dass die wasserfreien Knochen am Stoffwechsel ganz unbetheiligt sind und stets einen constanten Bruchtheil des Körpergewichtes ausmachen, berechnen sie das Anfangsgewicht der hungernden Katze und dann das Gewicht der einzelnen Organe derselben nach dem in der Gewichtseinheit des Vergleichsthieres für jedes Organ gefundenen Werth. Voit[4]) hat endlich zur Erhaltung einwurfsfreier Resultate zwei Katzen von nahezu gleichem Gewicht zuerst längere Zeit gleichmässig mit Fleisch gefüttert und dann die eine sofort durch Oeffnung der Karotiden getödtet, die andere erst nach 13tägigem Hungern; aus dem Gewicht der einzelnen Organe in der Gewichtseinheit des ersteren Thieres wurden die Gewichte der entsprechenden Organe des zweiten Thieres bei Beginn der Hungerreihe berechnet.

Ich theile die Hauptzahlen, welche Chossat und Voit dabei erhalten haben, hier mit, um sie dann leichter mit meinen Werthen vergleichen zu können.

---

1) Chossat, Mém. présentés par divers savants à l'Acad. roy. des sciences de l'Institut de France T. 8 (1843) p. 438.

2) Schuchardt, quaedam de effectu, quem privatio sing. part. nutrimentum constituentium exercet etc. diss. inaug. Marburg 1847.

3) Bidder und Schmidt, Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel (1852) S. 327.

4) Voit, Ztschr. f. Biologie Bd. 2 (1866) S. 351.

Nach Chossat haben 100g des ursprünglich vorhandenen frischen Organs der Tauben während des Hungers die folgende Gewichtsabnahme erlitten:

	% Verlust
Fettgewebe	93
Milz	71
Pankreas	64
Leber	52
Herz	45
Därme	42
willkürliche Muskeln .	42
Magen	40
Haut	33
Nieren	32
Lunge	22
Knochen	17
Nervensystem . . .	2

Darnach hat also beim Hunger das Fettgewebe am meisten abgenommen, dann folgen die blutreichen drüsigen Organe und die Muskeln; aber auch die Knochen büssten etwas von ihrer Masse ein, das Nervensystem dagegen erhielt sich auffallenderweise fast intact. Die von Bidder und Schmidt unter nicht ganz richtigen Voraussetzungen berechneten Werthe stimmen in einigen wichtigen Punkten mit denen von Chossat nicht überein, wobei jedoch zu bemerken ist, dass die Katze den Hunger länger ertrug als die Tauben: so verlieren z. B. die trockenen Muskeln der Taube nach Chossat nur 34 %, die der Katze nach Bidder und Schmidt aber 65 %, Gehirn und Rückenmark nach dem ersteren nur 7 %, nach den letzteren 33 %; das Blut nach ersterem 62 %, nach letzteren sogar 90 %; Chossat fand eine Abnahme der Knochen um 17 %, die Dorpater Forscher liessen sie unverändert bleiben.

Voit hat nun an der hungernden Katze, welche 33 % ihres Körpergewichtes abnahm, folgende Werthe für die einzelnen Organe gewonnen:

Organe	1017g Verlust vertheilen sich auf frisches Organ	trockenes Organ	Verlust von 100g frischem Organ	Verlust von 100g trockenem Organ
Knochen	55	—	14	—
Muskeln	429	118	31	30
Leber	49	17	54	57
Nieren	7	1	26	21
Milz	6	1	67	63
Pankreas	1	—	17	—
Lunge	3	1	18	19
Herz	0	—	3	—
Darm	21	—	18	—
Hirn u. Rückenmark	1	0	3	0
Haut mit Haaren	89	—	21	—
Fettgewebe	267	249	97	—
Blut	37	5	27	18

Diese Beobachtungen Voit's schliessen sich grösstentheils denen von Chossat an; namentlich fand sich, entgegen den Angaben von Bidder und Schmidt, dass das Nervensystem, wie auch Bibra an Kaninchen constatirte, nicht wesentlich an Gewicht abnimmt, wohl aber die Knochen an Masse etwas einbüssen, welches letztere auch durch die Versuche Weiske's an noch wachsenden, 6½ Monate alten hungernden Kaninchen bestätiget worden ist. Das Herz erlitt, wie bei der Katze von Bidder und Schmidt, keinen Gewichtsverlust, während Chossat für dasselbe einen solchen von 45% angibt.

Am absoluten Verluste betheiligen sich in einer alle anderen Organe weitaus übertreffenden Menge die Muskeln und das Fettgewebe, dann folgen die Haut, die Knochen, die Leber, das Blut und der Darmkanal. Procentig d. h. um den grössten Bruchtheil ihrer ursprünglichen Masse nehmen ab: das Fettgewebe, die Leber, die Milz, dann erst kommen die Muskeln und das Blut.

Die Nichtabnahme des Gehirns und Rückenmarks während des Hungers haben besonders Voit[1]) zu bestimmten Schlüssen über die Vorgänge im Innern des Körpers bei der Inanition geführt.

Es wäre ganz unverständlich, warum die doch bis zum letzten Lebensaugenblicke thätigen Centralorgane des Nervensystems, welche

1) Voit in Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. 6 S. 98 u. 312.

wenigstens in ihrer grauen Substanz sehr blutreich sind und in welchen man gewöhnlich einen recht lebhaften Stoffwechsel anzunehmen geneigt ist, keinen Substanzverlust erleiden sollten. Es bleibt nichts Anderes übrig als anzunehmen, dass beim Hunger täglich ein bestimmter Bruchtheil des eiweissartigen Inhalts aller Organe, des organisirten Eiweisses, verflüssigt und noch unzersetzt an die Säfte abgegeben wird, durch welche das Abgeschmolzene in der Circulation im Körper herumgeführt wird; dabei kommt ein Theil dieses gelösten Eiweisses in den Organen zur Zersetzung, ein Theil dient aber zur Ernährung und zwar gerade derjenigen Organe, welche am meisten thätig sind und die reichlichste Blutzufuhr erhalten, wie die Centralorgane des Nervensystems und das Herz. Erwin Voit[1]) hat den gleichen Vorgang bei den Knochen von Tauben beobachtet, welche sehr kalkarmes Futter erhielten; diejenigen Knochen nämlich, welche zur Stütze des Körpers dienen und bewegt werden, z. B. die Ober- und Unterschenkelknochen, hatten kaum an Gewicht verloren, während das Brustbein und der Schädel zu ganz dünnen, porösen Gebilden geworden waren; der aus den Säften zu Verlust gegangene Kalk wird ergänzt aus dem Kalk der Knochen, aber in gewissen Knochen zum Theil wieder abgelagert. Ein besonders eclatantes und interessantes Beispiel für die Liquidation des Eiweisses gewisser Organe und der Ernährung anderer Organe durch dasselbe hat F. Miescher[2]) beim Rheinlachs gefunden; dieser Fisch hungert, nachdem er im besten Ernährungszustande aus dem Meere in das Süsswasser gezogen ist, 6—9½ Monate lang und entwickelt trotzdem während dieser Zeit seine Geschlechtsorgane, Hoden und Eierstöcke, zu einem enormen Umfang auf Kosten der abnehmenden Rumpfmuskeln.

Der gleiche Vorgang der Versorgung gewisser Theile mit Stoff auf Kosten anderer Theile findet statt, wenn von den Brüsten hungernder Mütter noch Milch abgesondert wird, deren Volum das

1) Voit, Amtl. Bericht d. 50. Versamml. d. deutschen Naturforscher u. Aerzte in München 1877 S. 242.

2) Miescher, Schweizer. Literatursammlung zur internat. Fischereiausstellung in Berlin 1880.

der Drüse weit übertrifft, oder wenn bei völlig Abgezehrten Neubildungen in kurzer Zeit gewaltig an Masse zunehmen.

Darnach ist man nach Voit's Darlegungen nicht im Stande, aus der Grösse der Gewichtsabnahme eines Organes bei der Inanition etwas über die Intensität des Stoffverbrauchs in ihm zu erfahren. Ein Organ, welches sein Gewicht beim Hunger nicht oder nur wenig ändert, kann einen geringen oder bedeutenden Stoffwechsel gehabt haben; im letzteren Falle hat es aber auf Kosten der übrigen schmelzenden Organe einen Ersatz erhalten.

Herr Prof. Dr. Heinrich Ranke sprach in seinen poliklinischen Demonstrationen die Vermuthung aus, dass bei jungen in Folge von Diarrhöe an Atrophie zu Grunde gegangenen Kindern die Abmagerung der einzelnen Organe in ähnlichem Verhältniss stattfinde, wie dies für hungernde Thiere nachgewiesen worden ist.

Er forderte mich auf, diesen Gegenstand einer exacten Prüfung zu unterziehen, und während er selbst mir das hierzu nöthige Material aus seiner Kinderpoliklinik zur Verfügung stellte, ermöglichte es mir Herr Prof. Voit in seinem physiologischen Laboratorium diese Untersuchung durchzuführen, bei der mir Dr. Erwin Voit, Assistent am Physiologischen Institut, behilflich war.

Diesen Herren spreche ich für ihre gütige Unterstützung hiermit meinen besten Dank aus.

Was nun die in Folge von Diarrhöen atrophisch gewordenen jungen Kinder anlangt, so gehen dieselben offenbar zu Grunde, weil ihren Organen nicht genügende Mengen Ernährungsmaterial zugeführt werden. Sie erleiden so lange Tag für Tag Verluste an Eiweiss und Fett, bis endlich, wie bei Verhungernden, die Lebensfunctionen nicht mehr möglich sind und der Tod eintritt. Schon der Anblick eines der Atrophie erlegenen Kindes bietet in der hochgradigen Abmagerung des Körpers die deutlichsten Zeichen der Verhungerung dar: der Rumpf und die Extremitäten sind bis zum Skelet abgemagert, so dass der Kopf verhältnissmässig gross erscheint, die schlaffe Haut bildet am Halse, an den Beinen und Armen grosse Falten, sämmtliche Rippen treten hervor, die Augen liegen tief in ihren Höhlen. Durch den die Atrophie bedingenden andauernden Katarrh des Darms ist die Esslust beeinträchtigt, das

Verzehrte wird nicht gehörig verdaut und das sonst Resorbirbare nicht oder nur theilweise in die Säfte aufgenommen, weil die Resorptionsapparate untauglich geworden sind und mit den Diarrhöen zugleich allzurasch der Darminhalt entführt wird.

Wollte man genau bestimmen, wie gross die Abnahme der einzelnen Organe der Kinder bei der Atrophie ist, so müsste man die Gewichte der Organe bei Beginn der Erkrankung kennen oder zwei Kinder zur Verfügung haben, welche ganz gleich zusammengesetzt sind und von denen das eine durch irgend eine den Körperbestand nur wenig alterirende Ursache rasch stirbt, das andere aber nach längerer Zeit an Atrophie zu Grunde geht. Da eine vollkommen gleiche Zusammensetzung zweier Kinder wohl kaum vorkommen wird oder wir wenigstens nicht davon unterrichtet sind, so bleibt zu dem genannten Zwecke nichts Anderes übrig, als eben zwei Kinder von gleichem Alter und möglichst gleicher Grösse mit einander zu vergleichen, in der Erwartung, dass sich die Unterschiede bei der eingreifenden Veränderung durch die Atrophie doch genügend ausprägen werden.

Es standen mir zu meiner Untersuchung im Ganzen 4 Kinder zur Verfügung, eines in Folge einer rasch verlaufenden acuten Erkrankung und drei an Atrophie Gestorbene. Von zwei atrophischen konnten ausser den Körpergewichten nur das Gehirn, das Herz, die Leber und eine Muskelprobe (vom Extensor cruris quadriceps) untersucht werden; bei den zwei anderen aber, einem rasch erlegenen, das wir das normale nennen wollen, und einem atrophischen, wurden alle Organe gewogen uud ihr Gehalt an Trockensubstanz und Fett ermittelt.

Die beiden ersteren atrophischen (Nr. b 52^{cm} lang, Nr. c 53^{cm} lang) waren 4 Monate alt und sollen zum Vergleich mit dem normal zusammengesetzten dienen, soweit es die Verschiedenheit des Alters zulässt.

Die beiden anderen, deren Körper ganz und gar verarbeitet werden konnte, waren von ganz gleichem Alter, beide 56 Tage alt. Das normale, 53,5^{cm} lang, war am 29. März 1881 geboren und starb am 22. Mai; das atrophische kam am 6. März zur Welt und ging am 1. Mai zu Grunde. Beide wurden, wie ich von den Müttern

erfuhr, ganz gesund und mit runden Formen als mittelgrosse Kinder geboren. Beide wurden mit Mehlmus, Milch und Fleischbrühe künstlich ernährt, das letztere erhielt während der Krankheit auf Anordnung des Arztes eine Mischung von Reiswasser und Milch in bestimmtem Verhältniss. Das normale erkrankte vier Tage vor dem Tode plötzlich an einer capillären Bronchitis, nachdem es vorher stets vollkommen wohl gewesen war, und starb dann ganz unerwartet unter relativ geringem Fieber. Das atrophische Kind soll ungefähr 2½ Wochen krank gewesen sein; es erkrankte am Ende der fünften Woche an heftigen Diarrhöen, nahm von da an nur wenig Speise mehr auf und magerte sehr rasch ab.

Ueber die bei der Untersuchung befolgte Methode habe ich nicht viel zu sagen.

Nach Herausnahme des Gehirns und Rückenmarks sowie der Brust- und Baucheingeweide wurde der Körper in einzelne Stücke zertheilt und dann von diesen die Haut mit dem subcutanen Fettgewebe abpräparirt. So war es möglich, einen Theil nach dem anderen in Arbeit zu nehmen und unterdess die übrigen zur Vermeidung der Vertrocknung unter Glasverschluss zu bringen. Trotzdem gelang es nicht, die Wasserverdunstung ganz zu verhüten: die Gewichte der einzelnen Organe waren bei dem normalen Kinde um 97,3^g geringer als das Gesammtkörpergewicht von 4202,7^g, die Einzelorgane des atrophischen Kindes gaben eine Differenz von 80,31^g gegenüber dem Körpergewicht von 2422,2^g. Dieser Wasserverlust von 2,3 und 3,3 % des Körpergewichtes während der Präparation ist gewiss nicht gross, wenn man bedenkt, wieviel Zeit die sorgfältige Ablösung der Muskeln von den Knochen in Anspruch nimmt. Da die Muskeln, die Knochen, die Haut und der Darm am längsten der Vertrocknung ausgesetzt waren, so habe ich das abgegebene Wasser auf diese Organe, entsprechend ihren Gewichten, vertheilt.

Zur Ermittlung des Gehaltes an Trockensubstanz und Fett wurden die einzelnen Organe zu einem Brei zerkleinert und dieser zur gleichmässigen Mischung durch eine Wurstmaschine getrieben; von demselben wurden nun je 2 Proben zur Wasserbestimmung weggenommen und aus den erhaltenen Werthen das Mittel ge-

zogen[1]). Von den Knochen, deren Zerkleinerung und gleichmässige Mischung im frischen Zustande zu grosse Schwierigkeiten bietet, wurde die ganze Masse zuerst getrocknet und dann in einem Mörser zu einem feinen Pulver zerrieben.

Zur Fettbestimmung verwendete ich die erhaltenen Trockenrückstände, welche zuerst in der Reibschale fein zerkleinert und darnach im Tiegel nochmals getrocknet wurden, um das aufgenommene Wasser wieder abzugeben. Das trockene Pulver wurde dann mit Quarzsand zerrieben und mit kochendem Aether erschöpft, ebenso die Reibschale und der Tiegel mit Aether gewaschen. Ich bezeichne dieses Aetherextract als Fett, obwohl ich wohl weiss, dass in dem Extract z. B. des Gehirns und der Leber ausser Neutralfett noch andere Stoffe wie z. B. Lecithin, Cholestearin, Cerebrin enthalten sind.

I. Aenderung der Organgewichte im Verhältniss zum Körpergewicht.

Zunächst theile ich in folgender Tab. I die Gewichte der einzelnen Organe der Kinder mit, zugleich mit der Berechnung, welchen Bruchtheil des Körpers dieselben im frischen Zustande ausmachen.

Es ist daraus auf den ersten Blick ersichtlich, dass beim atrophischen Kinde die Organe nicht in gleicher Weise abgenommen haben, sondern die einen mehr, die anderen weniger; denn hätten sie sich alle in demselben Grade an dem Verluste betheiligt, so hätte jedes derselben noch den nämlichen Bruchtheil des Gesammtkörpers ausmachen müssen wie beim normalen Kinde.

Besonders auffallend ist das Verhalten einerseits der Knochen und des Gehirns, andererseits der Haut.

Die Knochen machen beim atrophischen Kinde einen wesentlich grösseren Theil des Körpers aus als beim normalen, da sie absolut viel weniger an Gewicht einbüssen als andere Organe. Das Gleiche, aber in geringerem Grade, ist der Fall mit dem Gehirn. In entgegengesetztem Sinne verhält sich die Haut, welche normal das schwerste Organ ist und deren reichliches Fettgewebe bei der

1) Die beiden Bestimmungen lieferten gut übereinstimmende Zahlen, so z. B. beim normalen Kind das Gehirn 13,24 und 13,50 %, die Leber 26,96 und 26,97 %, die Haut 69,44 und 69,75 % feste Theile.

Tabelle I.

Organe	normal 4149,5g [1]		atrophisch a. 2381,2g		b. 2350,0g		c. 2195,0g	
	Gewicht der Organe	Organ = % des Körpers	Gewicht der Organe	Organ = % des Körpers	Gewicht der Organe	Organ = % des Körpers	Gewicht der Organe	Organ = % des Körpers
Hirn u. Rückenmark [2]	528,80	12,75	480,90	20,20	458,70	15,50	443,40	20,21
Leber	144,60	3,41	104,20	4,38	157,65	6,71	96,00	4,27
Herz	27,10	0,66	21,10	0,98	15,40	0,66	13,30	0,61
Muskeln	1070,85	25,82	564,58	23,61				
Knochen	705,11	16,99	607,86	25,53				
Haut	1291,67	31,16	290,55	12,21				
Nieren	32,30	0,78	25,00	1,05				
Milz	20,20	0,49	6,80	0,28				
Darm [3]	182,87	4,42	140,32	5,89				
Lunge	106,40	2,56	85,00	3,57				
Augen	7,90	0,19	5,41	0,23				
Hoden	2,50	0,06	2,28	0,09				
Serum [4]	5,90	0,15	11,20	0,47				
Verschiedenes [5]	23,30	0,56	36,00	1,51				

Atrophie fast vollständig verschwindet; der enorme Gewichtsverlust der Haut muss eine procentige Zunahme der meisten übrigen Organe bedingen, besonders derjenigen, welche relativ weniger an Masse verlieren, wie der Knochen oder des Gehirns.

Dass in Folge der Abmagerung das Gehirn des Kindes einen grösseren Bruchtheil des Körpers ausmacht, geht auch aus den Wägungen der hauptsächlichsten Organe von 30 Kinderleichen hervor, welche Prof. Voit schon vor langer Zeit angestellt und aus denen er mir die folgenden Zahlen überlassen hat.

1) Nach Abrechnung des Gewichtes des Darminhaltes. Beim normalen Kind 53,20g; bei dem atrophischen Nr. a 41,00g.

2) Die Gehirnnerven wurden hart an den Eintrittsstellen in die Foramina abgeschnitten, die Rückenmarkswurzeln dicht an der Dura mater.

3) Der Darm wurde vom Mesenterium abgelöst und durch mehrmaliges Ausstreifen mit den Fingern von seinem Inhalte befreit.

4) Dabei befinden sich die Flüssigkeiten in der Brust- und Bauchhöhle, die Cerebrospinal- und Herzbeutelflüssigkeit und der Inhalt der Gallenblase.

5) Darunter sind kleinere Organe und Theile inbegriffen, deren gesonderte Aufzählung zu weit geführt hätte, nämlich: die grossen Blutgefässe (Aorta abdominalis, Vena cava), einzelne Sehnen, Aponeurosen, das Periost, die Dura mater cerebralis und spinalis, Pericardium, Tunica dartos, Corpora cavernosa penis, die Glandula Parotis und sublingualis, die Axillardrüsen etc.

Tabelle II.

Nr.	Geschlecht	Alter	Körpergewicht	Hirngewicht		Bemerkungen
				absolut	%	
1	weibl.	todtgeb.	2371,0	311,0	13	—
2	weibl.	"	3184,0	370,0	12	—
3	männl.	"	2443,0	364,7	15	—
4	weibl.	"	3277,0	401,8	12	—
5	weibl.	"	3114,0	383,0	12	—
6	weibl.	"	3654,0	444,0	12	—
7	weibl.	"	3417,0	459,0	14	—
8	männl.	"	2800,0	391,5	14	—
9	männl.	"	2995,0	367,0	12	—
10	weibl.	"	2568,0	328,0	13	—
11	weibl.	"	3774,0	428,5	11	—
12	weibl.	"	3785,0	416,0	11	—
13	weibl.	"	2500,0	322,4	13	—
14	männl.	"	2987,0	388,0	13	—
15	weibl.	"	3470,0	409,0	12	—
16	männl.	"	3270,0	424,1	13	—
17	weibl.	"	3449,0	413,4	12	—
18	männl.	"	3196,0	399,0	13	—
19	männl.	"	3392,0	450,0	13	—
20	männl.	4 T.	1680,0	285,0	17	—
21	männl.	6 T.	2811,0	420,0	15	—
22	weibl.	9 T.	2140,0	360,0	17	atrophisch
23	männl.	10 T.	2044,0	365,0	18	—
24	männl.	11 T.	2270,0	358,0	16	—
25	weibl.	11 T.	2315,0	389,0	17	—
26	weibl.	14 T.	2430,0	416,6	17	—
27	weibl.	14 T.	1989,0	348,0	18	—
28	weibl.	14 T.	2220,0	356,0	16	—
29	männl.	14 T.	1937,0	298,0	15	mager
30	weibl.	42 T.	1880,0	452,0	24	sehr mager

Bei den Neugeborenen macht demnach das Gehirn im Durchschnitt 13 % des Körpergewichtes aus wie bei dem von mir untersuchten normalen 2monatlichen Kinde; dagegen nimmt die Verhältnisszahl zu (bis 15—24 %) bei den Kindern, welche später an Krankheiten und dadurch abgemagert zu Grunde gegangen sind, wie schon die niederen Körpergewichte darthun.

Aehnliche Ergebnisse liefert auch der Vergleich der von Voit an einer gut genährten und einer verhungerten Katze erhaltenen Zahlen, welche ich hier anfüge.

Tabelle III.

Organe	wohlgenährte Katze		hungernde Katze	
	Gewicht der Organe	Organ = % des Körpers	Gewicht der Organe	Organ = % des Körpers
Knochen	356,2	12,67	338,7	16,22
Muskeln	1275,5	45,36	979,0	46,89
Leber	83,3	2,96	42,5	2,03
Nieren	27,7	0,81	18,6	0,89
Milz	7,8	0,28	2,9	0,14
Pankreas	5,9	0,21	5,4	0,26
Hoden	2,2	0,08	1,5	0,07
Lungen	14,4	0,51	13,0	0,62
Herz	10,4	0,37	11,2	0,53
Darm	106,8	3,80	97,1	4,65
Augen	7,5	0,27	10,7	0,51
Gehirn	29,0	1,04 }	29,1	1,39 }
Rückenmark	7,7	0,27 }	10,3	0,49 }
Haut mit Haaren . .	392,0	13,94	343,5	16,45
Fettgewebe	249,5	8,87	8,2	0,39

Auch hier findet sich im hungernden Thier bei den Knochen und einigen anderen Organen eine procentige Zunahme in Folge der beträchtlichen Abnahme des Fettgewebes. Was den Vergleich der Zahlen beim ausgewachsenen Thier und beim zweimonatlichen Kinde erschwert, das ist das höchst ungleiche relative Gewicht mancher Organe in den beiden Organismen; so macht das Gehirn beim normalen Kind 12,75 % des Körpers aus, bei der normalen Katze dagegen nur 1,04 %, andererseits betragen die Muskeln bei dem ersteren 25,82 %, bei der letzteren 45,36 %.

Diese Verschiedenheiten beruhen bekanntlich nicht auf einem Vorwiegen des Gehirns und einem Zurücktreten der Muskeln des Menschen gegenüber denen des Thieres, sie sind vielmehr durch das Alter bedingt. Im jungen Organismus ist nämlich das Gehirn verhältnissmässig stärker entwickelt als die Muskeln, im ausgewachsenen treten dagegen die Muskeln mehr in den Vordergrund. Dies geht daraus hervor, dass der erwachsene Mensch in diesen Beziehungen wie die ausgewachsene normale Katze sich verhält, wie namentlich die Wägungen von Ernst Bischoff[1]) darthun. Darnach sind:

1) E. Bischoff, Ztschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. 20 S. 75.

Tabelle IV.

Organismus	Procent des Körpergewichts			Autor
	Hirn	Muskeln	Skelet	
Erwachsener	1,9	41,8	15,9	Bischoff
„	2,1	35,8	15,1	Bischoff
Neugeborener . . .	15,8	22,9	17,7	Bischoff
„	12,2	23,5	15,7	Bischoff
„	12,8	25,8	17,0	Ohlmüller
ausgewachsene Katze .	1,0	45,4	12,7	Ohlmüller
„ „ .	1,9	45,0	14,7	Bidder u. Schmidt

II. Aenderungen im procentigen Wasser- und Fettgehalt der Organe.

Ich betrachte nun die Resultate der Wasser- und Fettbestimmungen [1]) der Organe des normalen und des atrophischen Kindes. Ich stelle zunächst den Procentgehalt der Organe an Wasser und Fett zusammen.

Tabelle V.

Organe	normal			atrophisch								
	in 100g Organ			a. in 100g Organ			b. in 100g Organ			c. in 100g Organ		
	Wasser	Fett	übrige feste Bestandtheile	Wasser	Fett	übrige feste Bestandtheile	Wasser	Fett	übrige feste Bestandtheile	Wasser	Fett	übrige feste Bestandtheile
Hirn . . .	86,63	2,75	10,62	86,68	3,76	9,56	87,08	3,41	9,51	86,33	4,12	9,55
Leber . .	73,04	7,15	19,81	74,22	2,96	22,82	73,81	4,88	21,31	75,03	3,66	21,31
Herz . .	79,96	1,08	18,96	79,95	1,36	18,69	80,08	1,96	17,96	80,58	1,44	17,98
Muskeln	71,68	5,07	23,25	74,23	3,45	22,32	77,75	0,88	21,37	77,66	1,67	21,67
Knochen	62,26	3,95	33,79	62,90	1,58	35,52						
Haut . .	31,91	56,79	11,30	65,78	7,55	26,67						
Nieren .	80,98	—	19,02	78,30	—	21,70						
Milz . . .	77,68	—	22,32	74,91	—	25,09						
Darm . .	75,50	9,06	15,44	80,99	1,77	17,24						
Lunge . .	79,36	—	20,64	80,86	—	19,14						
Augen . .	89,00	—	11,00	87,25	—	12,75						
Hoden . .	83,89	—	16,11	81,85	—	18,15						
Serum . .	86,63	—	13,36	88,26	—	11,74						
Verschiedenes .	73,02	—	26,97	71,41	—	28,59						

1) Ich bemerke, dass nicht an sämmtlichen Organen eine Fettbestimmung ausgeführt worden ist, sondern nur an den grösseren; die kleineren Organe wie Nieren, Milz, Augen, Hoden etc. machen einen so geringen Theil des Gesammtkörpers aus, dass ich keinen erheblichen Fehler zu begehen glaubte, wenn ich für ihre Trockensubstanz aus dem für den trockenen Muskel gefundenen Fettgehalt die Menge des Fettes berechnete.

a) Wassergehalt der Organe.

Es ist auffallend, dass sich in dem procentigen Wassergehalt der Organe des normalen und atrophischen Kindes trotz des grossen Substanzverlustes vom Körper kein irgend erheblicher und constanter Unterschied ergibt, d. h. dass ziemlich gleichmässig mit der Abgabe der festen Theile auch die des Wassers stattfindet, eine Thatsache, welche auch an den hungernden Thieren gefunden worden ist [1]). Nur die Haut nimmt bei der Atrophie wegen der gewaltigen Abnahme des Fettes procentig an Wasser bedeutend zu. Das Gleiche macht sich auch noch in einigen anderen Organen geltend, welche bei dem normalen Kind mehr Fett enthalten als bei dem atrophischen, so z. B. für den Muskel, den Darm etc. Berechnet man daher den procentigen Wassergehalt der fettfreien Organe des normalen und atrophischen Körpers, so ergibt sich eine fast vollständige Uebereinstimmung.

Tabelle VI.

Organe	normal	atrophisch a	atrophisch b	atrophisch c
Hirn . .	89,08	90,06	90,15	92,14
Leber . .	78,66	76,48	77,60	77,88
Herz . .	80,83	81,05	80,86	81,76
Muskeln .	75,51	76,88	78,45	77,18
Knochen .	64,81	63,91	—	—
Haut . .	73,87	71,97	—	—
Darm . .	83,03	82,45	—	—

Es sei mir noch ein Vergleich des procentigen Wassergehaltes der Organe der von mir untersuchten beiden älteren Kinder und des von E. Bischoff bei Erwachsenen und Neugeborenen gefundenen gestattet. Ich fasse die betreffenden Zahlen in Tab. VII (s. folg. Seite) zusammen.

Darnach liegen die an den älteren Kindern erhaltenen Werthe im Allgemeinen zwischen denen der Neugeborenen und Erwachsenen: sie sind niedriger als bei ersteren und höher als bei letzteren.

Die grössten Unterschiede zwischen den Resultaten Bischoff's und den meinigen finden sich bei der Haut und den Knochen.

1) Voit in Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. 6 S. 99. Das Blut des normalen Kindes enthielt 14,10 % Hämoglobin.

Tabelle VII.

Organe	Erwachsener	Neugeborener	normales Kind 56 T. alt	atrophisches Kind		
				a	b	c
Hirn	74,96	89,27	86,63	86,68	87,08	86,33
Leber . . .	68,26	80,55	73,04	74,22	73,81	75,03
Herz	79,20	83,35	79,96	79,95	80,08	80,58
Muskeln . .	75,67	81,78	71,68	74,23	77,75	77,66
Knochen . .	22,04	32,33	62,26	62,90	—	—
Haut	72,03	67,18	31,91	65,78	—	—
Nieren . . .	82,67	85,70	80,98	78,30	—	—
Milz	75,77	78,45	77,68	74,91	—	—
Darm . . .	74,54	83,15	75,50	80,99	—	—
Lunge . . .	78,96	82,56	79,36	80,86	—	—

Die Differenzen bei der Haut sind leicht dadurch zu erklären, dass Bischoff das Fettgewebe von der Haut trennte und mit dem übrigen Fettgewebe berechnete, während ich dasselbe mit der Haut in Verbindung liess. Bei dem atrophischen Kinde, bei welchem in der Haut nur wenig Fett noch vorhanden war, ergibt sich daher für dieses Organ fast der gleiche Gehalt an Wasser wie bei Bischoff's Untersuchung; man ersieht daraus abermals, dass die Einlagerung von Fett zum grössten Theil nur relativ die Menge des Wassers erniedriget und eine Verdränguug von Wasser höchstens in extremen Fällen vorkommt. Was den Wassergehalt der Knochen betrifft, so hat schon Volkmann[1]) darauf aufmerksam gemacht, dass die von Bischoff angegebenen Werthe viel zu niedrig sind. Letzterer hatte beim Erwachsenen das Mittel der von Friedleben an vier Knochen des Skeletes eines 37 Jahre alten Mannes gemachten Wasserbestimmungen eingesetzt; beim Neugeborenen hatte er selbst an 10 von verschiedenen Theilen des Skelets gewählten Knochen den Wassergehalt ermittelt. Da aber an den verschiedenen Knochen und an den einzelnen Theilen ein und desselben Knochens, je nachdem man compacte oder schwammige Knochensubstanz oder Markhöhlensubstanz wählt, der Gehalt an Wasser ausserordentlich verschieden ist, so wird man eine richtige

1) Volkmann, Ber. d. sächs. Ges. d. Wiss. Math.-phys. Kl. 14. Nov. 1874 S. 202.

Mittelzahl nur bei Untersuchung des ganzen Skeletes erhalten. Volkmann fand nun im ganzen Skelet eines Erwachsenen mindestens 50 % Wasser; auch meine Bestimmungen sind, wie schon erwähnt, am ganzen Skelet gemacht worden. Nach den Untersuchungen von Erwin Voit sind im Skelet des ausgewachsenen Hundes 26,5 % Wasser, in dem des jungen Hundes 63,4 %.

Im Uebrigen nimmt der Wassergehalt der Organe mit dem Alter ab, was früher namentlich durch Bezold[1]) an Mäusen dargethan worden ist. Im höheren Alter scheinen die Gewebe allerdings wieder reicher an Wasser zu werden; wenigstens geben die Muskeln alter Leute nach Ranke[2]) trotz der anscheinenden Trockenheit mehr Wasser.

b) Fettgehalt der Organe.

So gering sich die Differenzen im Wassergehalt der Organe sowohl unter sich als auch im Vergleich der normalen mit den atrophischen gestalten, so bedeutend gehen die Zahlen des Fettgehaltes derselben aus einander.

Der Fettgehalt des frischen Organs ist in Tab. V angegeben; die Differenzen treten aber noch mehr hervor, wenn man den Fettgehalt der trockenen Organe berechnet.

Tabelle VIII.

Organe	100 trockenes Organ enthalten Fett	
	normal	atrophisch
Gehirn . . .	28,07	28,21
Leber . . .	26,55	11,50
Herz	5,40	6,81
Muskeln . .	26,93	13,38
Knochen . .	10,46	4,25
Haut	82,20	22,05
Darm . . .	86,94	9,32

Es fällt nach Tab. V und VIII vor allem der grosse Unterschied auf, der sich bei der Haut ergibt: denn die frische Haut des atrophischen Kindes enthält in 100 Theilen achtmal weniger Fett

1) Bezold, Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. 8 (1857) S. 487.
2) Ranke, Tetanus (1865) S. 75.

als die des normalen. Aehnlich ist es bei dem frischen Darm (mit Mesenterium und Pankreas). Auch die Knochen, die Muskeln und die Leber betheiligen sich relativ in beträchtlichem Maasse an dem Verluste; bei ersteren sinkt der Fettgehalt fast auf ein Dritttheil, in den beiden letzteren auf die Hälfte herab.

Dagegen ergibt sich die merkwürdige Thatsache, dass das Herz und das Gehirn des atrophischen Kindes nicht nur nicht seinen Fettgehalt bewahrt, sondern sogar etwas erhöht. Für das Herz lässt sich letzteres vielleicht aus der fettigen Degeneration bei der Atrophie erklären; bei dem Gehirn handelt es sich entweder um eine so reichliche Zufuhr von Ernährungsmaterial, dass es sogar an Fett zunahm, oder um eine stärkere Abnahme der grauen und eine relative Zunahme der weissen Substanz.

Nachdem wir den procentigen Gehalt der Organe der Kinder an Wasser und Fett kennen, ist es möglich zu berechnen, welchen Bruchtheil das wasser- und fettfreie Organ von dem wasser- und fettfreien Gesammtkörper ausmacht, und so die Veränderung der fettfreien Trockensubstanz bei der Atrophie zu erfahren. Es ergeben sich dabei etwas andere Resultate als für die wasserhaltigen Organe und den wasserhaltigen Gesammtkörper, deren Werthe in Tab. I verzeichnet sind.

Tabelle IX.

Organe	Gewicht des wasserfreien Organs	in 100 wasserfreiem Organ		wasserfreies Organ ist % des Körpers	Gewicht des wasser- und fettfreien Organs	wasser- und fettfreies Organ ist % des Körpers	Zustand des Körpers
		Fett	übrige feste Theile				
Gehirn . .	70,70	28,07	71,93	4,27	56,16	7,00	normal
Leber . .	38,98	26,55	73,45	2,31	28,63	3,57	
Herz . . .	5,43	5,40	4,60	0,34	5,14	0,64	
Muskeln .	303,26	26,93	73,07	18,26	248,97	31,04	
Knochen .	266,11	10,46	89,54	16,04	238,26	29,70	
Haut . . .	889,19	82,20	17,80	53,58	155,65	19,41	
Nieren . .	6,14	—	—	0,37	—	—	
Milz . . .	4,51	—	—	0,27	—	—	
Darm . . .	44,90	36,96	63,04	2,72	28,33	3,53	
Lunge . .	21,96	—	—	1,33	—	—	
Augen . .	0,87	—	—	0,06	—	—	
Hoden . .	0,40	—	—	0,02	—	—	
Serum . .	0,79	—	—	0,05	—	—	
Verschiedenes . .	6,29	—	—	0,38	—	—	
	1659,53	—	—	—	802,10	—	

Fortsetzung der Tab. IX.

Organe	Gewicht des wasserfreien Organs	in 100 wasserfreiem Organ		wasserfreies Organ ist % des Körpers	Gewicht des wasser- und fettfreien Organs	wasser- und fettfreies Organ ist % des Körpers	Zustand des Körpers
		Fett	übrige feste Theile				
Gehirn . .	64,06	28,10	71,79	10,20	45,98	8,30	atrophisch a
Leber . .	26,86	11,50	88,50	4,28	23,78	4,29	
Herz . . .	4,24	6,81	3,99	0,69	3,95	0,71	
Muskeln .	145,47	13,38	86,22	23,16	125,99	22,22	
Knochen .	225,52	4,25	5,75	35,90	215,92	38,96	
Haut . . .	99,50	22,05	77,95	15,84	78,26	14,09	
Nieren . .	5,43	—	—	0,86	—	—	
Milz . . .	1,71	—	—	0,27	—	—	
Darm . . .	26,67	9,32	0,68	4,25	24,19	4,37	
Lunge . .	16,27	—	—	2,54	—	—	
Augen . .	0,69	—	—	0,12	—	—	
Hoden . .	0,41	—	—	0,08	—	—	
Serum . .	1,32	—	—	0,21	—	—	
Verschiedenes . .	10,29	—	—	1,60	—	—	
	628,44	—	—	—	554,19	—	
Gehirn . .	69,28	26,39	73,61	—	53,64	—	atrophisch b
Leber . .	41,29	18,64	81,36	—	33,60	—	
Herz . . .	3,07	9,88	0,12	—	2,77	—	
Muskeln .	—	3,96	6,04	—	—	—	
Gehirn . .	60,61	29,46	70,54	—	42,34	—	atrophisch c
Leber . .	23,97	15,09	84,91	—	20,46	—	
Herz . . .	2,59	7,43	2,57	—	2,40	—	
Muskeln .	—	7,48	2,52	—	—	—	

Es lässt sich schon hieraus (besonders aus Col. 6 u. 7 der Tab. IX) erkennen, dass die fettfreie Trockensubstanz der Muskeln und der Knochen bei der Atrophie die grösste relative Veränderung erleiden; die der Muskeln stellt einen wesentlich kleineren Bruchtheil des trockenen und fettfreien Gesammtkörpers dar, während die der Knochen um ebensoviel erhöht ist. Die übrigen Organe können sich ungleich weniger an der Abnahme des Körpers bei der Atrophie betheiliget haben.

III. Absolute Abnahme der Organe an festen Bestandtheilen und an Fett bei der Atrophie.

Es erübrigt nun noch den absoluten Verlust der einzelnen Organe an festen Theilen und Fett kennen zu lernen, um zu ersehen, welche derselben vorzüglich die Ausgaben decken.

Wir nehmen dabei an, dass das atrophische Kind bei Beginn der Erkrankung die nämliche Menge von Trockensubstanz und Fett in den einzelnen Organen besass wie das normale Kind nach Eintritt des Todes. Dies wird nun allerdings nicht genau der Fall gewesen sein; da aber die beiden Kinder in gleichem Alter sich befanden, fast die nämliche Körperlänge hatten und bei der Geburt gut entwickelt waren, auch längere Zeit auf die gleiche Weise ernährt wurden, so ist es wohl erlaubt jene Annahme zu machen, zumal es sich nur darum handelt, die Organe zu bezeichnen, auf deren Kosten wesentlich die Abnahme des Körpers bei der Atrophie geschieht. Dies wird sich auch ergeben, wenn selbst das Gewicht der einzelnen Organe des normalen Vergleichskindes etwas grösser oder kleiner gewesen wäre.

Berechnet man also die Quantität der festen Theile und des Fettes in jedem Organ des normalen und atrophischen Kindes, so vermag man aus der Differenz der entsprechenden Zahlen den Verlust, welchen jedes Organ an seinen Bestandtheilen durch die Atrophie erlitten hat, anzugeben. Dabei erhält man:

Tabelle X.

Organe	Wasser	feste Theile	Fett	übrige feste Theile	Zustand des Körpers
Gehirn	458,10	70,70	14,54	56,16	normal
Leber	105,62	38,98	10,35	28,63	
Herz	21,67	5,43	0,29	5,14	
Muskeln	767,59	303,26	54,29	248,97	
Knochen	439,00	266,11	27,85	238,26	
Haut	402,48	889,19	733,54	155,65	
Nieren	26,16	6,14	—	6,14	
Milz	15,69	4,51	—	4,51	
Darm	137,97	44,90	16,57	28,33	
Lunge	84,44	21,96	—	21,96	
Augen	7,03	0,87	—	0,87	
Hoden	2,10	0,40	—	0,40	
Serum	5,11	0,79	—	0,79	
Verschiedenes	17,01	6,29	—	6,29	
Gesammtkörper 4149,50	2489,97	1659,53	857,43	802,10	
„ 100	60	40	21	19	
„ fettfrei 100	76	24	—	—	

Fortsetzung der Tab. X.

Organe	Wasser	feste Theile	Fett	übrige feste Theile	Zustand des Körpers
Gehirn	416,84	64,06	18,08	45,98	atrophisch a
Leber	77,34	26,86	3,08	23,78	
Herz	16,86	4,24	0,29	3,95	
Muskeln	419,11	145,47	19,48	125,99	
Knochen	382,34	225,52	9,60	215,92	
Haut	191,05	99,50	21,24	78,26	
Nieren	19,57	5,43	—	5,43	
Milz	5,09	1,71	—	1,71	
Darm	113,65	26,67	2,48	24,19	
Lunge	68,73	16,27	—	16,27	
Augen	4,72	0,69	—	0,69	
Hoden	1,87	0,41	—	0,41	
Serum	9,88	1,32	—	1,32	
Verschiedenes . . .	25,71	10,29	—	10,29	
Gesammtkörper 2381,20	1752,76	628,44	74,25	554,19	
„ 100	74	26	3	23	
„ fettfrei 100	76	24	—	—	
Gehirn	389,42	69,28	15,64	53,64	atrophisch b
Leber	116,36	41,29	7,69	33,60	
Herz	12,33	3,07	0,30	2,77	
Gehirn	382,79	60,61	18,27	42,34	atrophisch c
Leber	72,03	23,97	3,51	20,46	
Herz	10,71	2,59	0,19	2,40	

Es ist darnach ersichtlich, dass das normale Kind im Ganzen 60 % Wasser und 40 % feste Theile enthält, das atrophische dagegen 74 % Wasser und nur 24 % feste Theile. Dieser relative Wasserreichthum des atrophischen Kindes rührt aber von dem geringen Fettgehalt desselben (3 % Fett gegen 21 %) her; denn berechnet man den Wassergehalt des fettfreien Körpers, so gibt das normale Kind wie das atrophische 76 %.

Aus obiger Tab. X ergibt sich für die atrophischen Kinder folgende absolute Abnahme der einzelnen Organe an festen Theilen und Fett:

Tabelle XI.

Organe	a				b			c		
	an Wasser	an festen Theilen	an Fett	an übrigen festen Theilen	an festen Theilen	an Fett	an übrigen festen Theilen	an festen Theilen	an Fett	an übrigen festen Theilen
Hirn . . .	41,26	6,64	— 3,54	10,18	1,42	— 1,10	2,52	10,09	— 3,73	13,82
Leber . .	28,28	12,12	7,27	4,85	7,63	2,66	— 4,97	15,01	6,84	8,17
Herz . .	4,81	1,19	0	1,19	2,36	— 0,01	2,37	2,84	0,10	2,74
Muskeln .	348,48	157,79	34,81	122,98						
Knochen .	56,66	40,59	18,25	23,34						
Haut . . .	211,43	789,69	712,30	77,39						
Nieren . .	6,59	0,71	0,92	— 0,21						
Milz . . .	10,60	2,80	0,98	1,82						
Darm . .	24,32	18,23	4,14	14,09						
Lunge . .	15,71	5,69	3,73	1,96						
Augen . .	2,31	0,18	0,14	0,04						
Hoden . .	0,23	— 0,01	0,05	— 0,06						
Serum . .	— 4,77	— 0,53	0,03	— 0,56						
Verschiedenes .	— 8,71	— 4,00	0,31	— 4,31						
		1031,09	779,39	251,70						

Daraus lässt sich berechnen, wieviel jedes Organ von 100 Theilen seiner Trockensubstanz und von 100 Theilen seines Fettes bei der Atrophie verloren hat.

Tabelle XII.

Organe	a				b			c		
	an Wasser	an festen Theilen	an Fett	an übrigen festen Theilen	an festen Theilen	an Fett	an übrigen festen Theilen	an festen Theilen	an Fett	an übrigen festen Theilen
Hirn . . .	9,01	9,39	-24,35	18,13	2,01	- 9,53	4,49	14,27	-25,77	24,05
Leber . .	26,77	31,82	70,24	16,55	20,03	25,70	-17,36	39,40	66,09	28,54
Herz . . .	22,20	21,92	0	23,15	43,46	-34,48	46,11	52,30	3,45	53,31
Muskeln .	45,40	51,86	64,12	49,39						
Knochen .	12,90	15,25	65,50	9,38						
Haut . . .	52,53	88,81	97,10	49,72						
Nieren . .	25,19	11,56	55,76	-46,77						
Milz . . .	67,56	62,08	80,99	55,15						
Darm . .	17,68	40,58	24,98	49,73						
Lunge . .	18,60	25,91	63,11	12,22						
Augen . .	32,86	20,70	60,80	6,26						
Hoden . .	10,95	- 2,50	50,00	-20,00						
Serum . .	-93,34	-67,09	14,29	-96,55						
Verschiedenes . .	-51,20	-63,59	18,34	-93,70						
		62,13	90,90	30,67						

Endlich kann man noch ermitteln, welchen Antheil beim atrophischen Kinde die einzelnen Organe am Verlust von 100g Trockensubstanz und 100g Fett nehmen.

Tabelle XIII.

Organe	Von 100g Verlust an festen Theilen treffen auf jedes Organ	Von 100g Verlust an Fett treffen auf jedes Organ	Von 100g Verlust an festen Theilen (minus Fett) treffen auf jedes Organ
Gehirn . . .	0,6	— 0,5	4,0
Leber	1,2	0,9	1,9
Herz	0,1	0,0	0,5
Muskeln . . .	15,3	4,5	48,8
Knochen . . .	3,9	2,3	9,3
Haut	76,6	91,4	30,7
Nieren . . .	0,1	0,1	— 0,1
Milz	0,3	0,1	0,7
Darm	1,8	0,5	5,6
Lunge . . .	0,6	0,5	0,8
Augen . . .	0,0	0,0	0,0
Hoden . . .	0,0	0,0	0,0
Serum . . .	— 0,1	0,0	— 0,2
Verschiedenes .	— 0,4	0,1	— 1,7
	100,0	100,0	100,0

Nach obigen Zahlen hat das atrophische Kind während einer Hungerzeit, die etwa 2½ Wochen währte, 57 % seines Körpergewichtes, ferner 737,21g Wasser und 1031,09g feste Theile verloren.

Dieser Verlust von 1031,09g setzt sich zum grösseren Theile (zu 76 %) aus Fett und zum kleineren Theile (zu 24 %) aus den übrigen festen Stoffen, aus eiweissartigen und leimgebenden Stoffen, zusammen. Es wurden 779,39g Fett d. i. 90,90 % des ursprünglich im Körper befindlichen Fettes zerstört und 251,70g eiweissartige und leimgebende Stoffe oder 30,67 % der anfangs im Körper enthaltenen.

Untersucht man nun (nach Tab. XII u. XIII), in welchem Maasse sich die einzelnen Organe des Körpers an dem Verluste bei der Atrophie betheiligen, so findet man Folgendes.

Die Haut verliert 97 % ihres anfänglichen Fettgehaltes, die Leber 70 %, die Knochen 66 %, die Muskeln 64 %. Die Einbusse

an den übrigen festen Theilen, den eiweissartigen und leimgebenden Stoffen, beträgt für die Haut, den Darm und die Muskeln 49 %, dagegen für das Herz nur 23 %, das Gehirn 18 %, die Leber 16 %, die Knochen 9 % der anfangs in ihnen enthaltenen Mengen dieser Stoffe.

Zu dem Gesammtverluste an Fett tragen (nach Tab. XIII) die Haut 91 %, die Muskeln 5 % und die Knochen 2 % bei; der Zuschuss aller übrigen Organe beträgt nur 2 %.

Zu dem Gesammtverluste an eiweissartigen oder leimgebenden Stoffen liefern das weitaus grösste Material die Muskeln (49 %), die Haut (31 %) und der Darm (7 %); alle übrigen Organe zusammen nur 13 %.

Dies ist in Uebereinstimmung mit den von Voit bei der hungernden Katze gefundenen Werthen (S. 14), bei welcher ebenfalls das Fettgewebe und die Muskeln fast den ganzen Verlust tragen.

Auch beim atrophischen Kind ist der procentige Verlust, den das Herz, das Gehirn, die Leber und die Knochen an festen Theilen minus Fett erleiden, wesentlich geringer als derjenige der Haut, des Darmes und der Muskeln. Man sieht nicht ein, warum erstere Organe, namentlich das Gehirn, das Herz und die Leber so viel weniger an Substanz einbüssen sollen als die Muskeln. Es bleibt, wie früher schon erörtert, nicht Anderes übrig als anzunehmen, dass beim Hunger täglich ein Theil des organisirten Eiweisses flüssig wird und von diesem eine gewisse Menge nicht zersetzt, sondern durch einzelne Organe weggenommen wird und dazu dient, dieselben bis zu einem gewissen Grade, ja unter Umständen ganz zu restituiren. Ich betone also nochmals, dass man aus der bei der Inanition stattfindenden Abnahme der einzelnen Organe nicht auf deren grössere oder geringere Betheiligung an der Zersetzung schliessen darf.

Herr Prof. Voit hat schon vor längerer Zeit 2 junge Hunde sehr grosser Rasse von gleichem Wurf ausgewählt und den einen etwas leichteren im wohlgenährten Zustande getödtet und das Gewicht der Organe, auch der einzelnen Muskeln, bestimmt, den anderen schwereren aber vorher verhungern lassen, was nach

23 Tagen geschah. Die Präparation der Muskeln, die in möglichst kurzer Zeit vollendet sein sollte, nahm Herr Prof. Rüdinger mit kundiger Hand gütigst vor. Da das Gewicht der Skelete sich ziemlich verschieden erwies, indem das des verhungerten Thieres grösser war als das des wohlgenährten, so sind die Zahlen, die mir Herr Prof. Voit gütigst überliess, nur zu gewissen Schlüssen brauchbar.

Das Gewicht der hauptsächlichsten Organe war folgendes:

Organe	wohlgenährt	verhungert	Differenz	
	g	g	absolut (g)	%
Muskeln	6113,1	3927,8	— 2185,3	— 36
Milz	21,8	19,4	— 2,4	— 11
Leber	335,0	313,0	— 22,0	— 7
Pankreas	37,7	26,6	— 11,1	— 29
Darmkanal	755,4	596,4	— 159,0	— 21
Herz	99,9	93,3	— 6,6	— 7
Lunge	123,2	123,9	+ 0,7	+ 1
Parotis und Submaxillaris	32,7	20,0	— 12,7	— 39
Gehirn und Rückenmark	114,6	124,5	+ 9,9	+ 9
Haut	1693,5	1351,0	— 342,5	— 20
Fettgewebe	1512,2	200,1	— 1312,1	— 87
Blut (ausgelaufen)	914,0	663,0	— 251,0	— 27

Daraus geht abermals hervor, dass beim Hunger die Muskeln und das Fettgewebe weitaus am meisten an Gewicht verlieren, dagegen die Leber, das Herz, die Lungen, Gehirn und Rückenmark viel weniger oder zum Theil gar nicht.

Berechnet man, welchen Bruchtheil diese Organe vom Körper nach Abzug der Knochen und des Fettgewebes ausmachen, so erhält man folgende Zahlen:

	wohlgenährt	verhungert
Muskeln	56,7%	52,2%
Milz	0,2	0,3
Leber	3,1	4,2
Darm	7,0	7,9
Herz	0,9	1,2
Lunge	1,1	1,6
Gehirn und Rückenmark	1,1	1,7
Haut	15,7	18,0
Blut	8,5	8,8

D. h. die Muskeln machen im verhungerten Organismus (nach Abzug der Knochen und des Fettgewebes) einen kleineren Procentsatz aus,

dagegen fast alle übrigen Organe (Milz, Leber, Darm, Herz, Lunge, Gehirn und Rückenmark, Haut, Blut) einen grösseren.

Da bei dem Hunde das Gewicht der einzelnen Muskelgruppen bestimmt worden war, so vermag man zu entscheiden, ob beim hungernden Hunde wie beim Rheinlachs auch nur gewisse Muskeln z. B. die Rückenmuskeln den Bedarf für andere Organe bestreiten oder ob hier die Abnahme der einzelnen Muskeln eine gleichmässige ist. Es war dies zu finden, wenn man berechnete, welchen Procentsatz die verschiedenen Muskelgruppen von der gesammten Muskelmasse betragen. Es wurde dabei erhalten:

	wohlgenährt	verhungert
Kaumuskeln	3,2%	4,3%
Bauchmuskeln	6,2	5,0
Respirationsmuskeln	10,6	10,7
Hals- und Rückenmuskeln . . .	25,6	28,7
Gesäss- und Hüftknochenmuskeln .	3,2	3,7
Muskeln der vorderen Extremitäten	25,6	19,6
" " hinteren " .	25,7	24,6
Extensoren	6,6	6,1
Flexoren	6,9	5,5
Ileopsoas	1,5	1,5
Adductoren	4,5	4,0
Unterschenkelmuskeln	6,0	7,4

Da also die Differenzen so gering sind, so muss man annehmen, dass die einzelnen Muskeln beim Hunger ziemlich gleichmässig an Masse verlieren und die Abnahme der Rückenmusculatur des hungernden Rheinlachses auf besonderen Verhältnissen beruht, die beim gewöhnlichen Hunger nicht gegeben sind[1]).

1) Herr Dr. J. Forster hat bei den beiden Hunden eine Anzahl von Bestimmungen des Wassergehaltes der Organe ausgeführt, deren Resultate ich hier mittheile.

Organe	feste Theile		Wasser	
	normal %	hungernd %	normal %	hungernd %
Blut	18,11	21,75	81,89	78,25
Herzmuskeln . .	21,76	21,90	78,24	78,10
Schenkelmuskeln	22,69	21,12	77,31	78,88
Kaumuskeln . .	22,71	23,41	77,29	76,59
Leber	27,55	29,63	72,45	70,37
Gehirn	17,69	19,12	82,31	80,88
Rückenmark . .	26,15	26,38	73,85	73,62
Knochen . . .	55,36	50,21	44,64	49,79

Die Werthe sind für das normale und hungernde Thier fast die gleichen.

Die gleichen Vorgänge wie bei dem hungernden Thiere und bei dem atrophischen Kinde finden selbstverständlich auch bei denjenigen Menschen statt, welche durch längere Krankheit abgemagert sind, auch bei letzteren nehmen ersichtlich das Fettgewebe und die Muskeln am meisten ab; es würde dem Leben viel früher eine Grenze gesetzt sein, wenn das Herz und die Centralorgane des Nervensystems in gleichem Grade an Masse verlieren würden wie die willkürlich beweglichen Muskeln und wenn bei ihnen nicht durch eine besondere Einrichtung für die Fortdauer der Ernährung sogar bei Unterbrechung der Nahrungszufuhr in den Darm, auf Kosten der bis zu 43 % des ganzen Körpers betragenden Substanz der zum Leben weniger nothwendigen willkürlich beweglichen Muskeln, gesorgt wäre.

Es hat einige Wahrscheinlichkeit für sich, dass dabei die thätigen Organe gar nicht an Stoffen abnehmen, sondern die Abnahme derselben durch das aus anderen Theilen zugeführte Material, welches statt der Organstoffe zu Grunde geht, verhütet wird. Nur dann, wenn dieses Material nicht zureicht, scheinen die thätigen Organe an Substanz einzubüssen, wornach geraume Zeit zur völligen Restitution nöthig ist. Dies findet wohl vor allem statt, wenn es sich nicht um eine einfache Inanition, sondern um einen Organverlust durch länger andauerndes Fieber handelt.

Dr. Forster hat ferner den Gehalt des Gehirns und Rückenmarks an Phosphorsäure bestimmt und daraus das Lecithin berechnet; er erhielt dabei:

Organe	im frischen Zustande		im trockenen Zustande	
	normal	hungernd	normal	hungernd
Gehirn	4,78	5,06	27,02	26,46
Rückenmark . .	7,25	7,72	27,72	29,26

Man ersieht daraus, dass auch der Lecithingehalt der Centralorgane des Nervensystems beim Hunger nicht abnimmt, ganz im Gegensatze zu dem Fettgehalt der übrigen Organe.

Untersuchungen zur Kanalisation.

Von

Dr. I. Soyka,

Privatdocent und Assistent am Hygienischen Institut in München.

Zweite Abhandlung.[1])

II. Luftbewegung in Kanälen.

Wenn wir ursprünglich den Zweck einer Schwemmkanalisation ins Auge fassen, so besteht er vor allem darin, die Producte des menschlichen (und zum Theil auch thierischen) Stoffwechsels, die Abfälle des Haushaltes und der Gewerbe, schliesslich dann auch die meteorologischen Niederschläge möglichst rasch und in einer uns auf keine Art belästigenden oder gar schädigenden Weise von unseren Wohnungen wegzuführen und sie allmählich gewissermassen verschwinden zu machen. Wir lassen hierbei die drainirende Wirkung der Kanäle ganz bei Seite. Auf welche Weise kann nun dieses Postulat erfüllt werden, und welche Umstände treten demselben eventuell hindernd in den Weg. Es ist für die Beantwortung dieser Frage zweckmässig, vor Augen zu haben, dass bei den hier zu betrachtenden Massen Stoffe aller drei Aggregatzustände in Rechnung zu ziehen sind, Stoffe, die je nach diesem Aggregatzustande eine verschiedene Wichtigkeit besitzen und verschiedenes Verhalten zeigen, sowohl in Bezug auf ihre hygienische Bedeutung als auch mit Rücksicht auf die Möglichkeit, sie von uns zu entfernen oder sie unschädlich, zum mindesten gesundheitlich indifferent zu machen. Für die meisten Fälle tritt jedoch die Vereinfachung ein, dass wir

1) Vgl. Ztschr. f. Biologie Bd. 17 S. 368.

die festen und tropfbar flüssigen Stoffe gemeinsam behandeln können. Sind ja die ersten fast stets in Flüssigkeiten suspendirt oder reichlich von ihnen umspült, so dass sie die Schicksale dieser zu theilen haben, und werden ja die meisten festen Stoffe des Kanalinhalts allmählich fast vollständig verflüssigt. Wir haben also dann nur ein Gegenüberstellen des tropfbar flüssigen und des gasförmigen Kanalinhalts. Freilich ist nicht zu vergessen, dass diese beiden in einer gewissen Abhängigkeit von einander stehen, dass speciell die gasförmigen Bestandtheile ihrer Natur, Menge und Bedeutung nach meist von dem flüssigen Kanalinhalte und den in ihm vorgehenden Processen abhängig sind.

Wir werden, gemäss der in der Einleitung gestellten Aufgabe, uns in diesem Abschnitte nur mit einem streng umschriebenen Theil der Frage befassen, indem wir, ohne auf eine nähere Analyse der Kanalgase und ihre Entstehung einzugehen, hauptsächlich das physikalische Verhalten derselben, ihre Circulation in den Kanälen sowie in den aus den Kanälen an die Oberfläche und in die Häuser führenden Communicationen untersuchen.

Es haben diese Vorgänge bisher geringere Aufmerksamkeit gefunden, und doch ist die Kenntniss der Gesetze für die Bewegung der gasförmigen Bestandtheile, für die Richtung und Stärke dieser Strömungen, für die Wechselbeziehungen zur äusseren Luft und zur Luft der Häuser von grosser Bedeutung, kann sogar zur Entscheidung mancher Fragen schon vom theoretischen Standpunkte aus ausschlaggebend sein. Ist ja in neuester Zeit gerade von ärztlicher Seite viel über Kanalgase, deren Eindringen in die Häuser und die dadurch hervorgerufenen Krankheiten geschrieben worden, ja von vielen Seiten wurde direct ein causaler Zusammenhang zwischen Kanalgasen und der epidemischen Ausbreitung gewisser Infectionskrankheiten behauptet. Aber es ist dies zumeist ohne jedes directe Studium der betreffenden Verhältnisse in den Kanälen resp. Häusern geschehen, und doch wäre es als erstes Erforderniss einer solchen Behauptung, einer solchen Theorie zu betrachten, dass an der Hand von Beobachtungen und Experimenten gezeigt würde, dass zum mindesten ein solcher Parallelismus zwischen Wanderung und Ausbreitung der Krankheiten und

der Kanalgase besteht, womit freilich der Beweis für den Causalnexus noch lange nicht geliefert wäre[1]).

Es erfordert dieser Gegenstand in der That directe Untersuchungen, da die ursächlichen Momente, die Bedingungen, die eine Bewegung veranlassen können, vielfach wechselnde, im vorhinein nicht immer bestimmbare sind, ganz im Gegensatz zu den Verhältnissen, die bei der Strömung des flüssigen Kanalinhalts obwalten, wo die Richtung und Stärke der Strömung vorwiegend von der Niveaudifferenz und dem Querschnitt beeinflusst wird.

Bisher liegen uns über diesen Gegenstand Versuche von v. Rózsahegyi und Lissauer vor. Rózsahegyi[2]) hat diese Fragen am Münchener Sielnetz, soweit dieses sich zur Entscheidung derartiger Fragen eignet, studirt, und seine Resultate, auf die in dieser Arbeit, welcher das gleiche Versuchsobject zu Grunde liegt, wiederholt zurückgekommen werden muss, in folgenden Schlusssätzen wiedergegeben:

„1. Die Bewegung der Luft in den Münchener Sielen ist viel mehr nach abwärts als nach aufwärts gerichtet, d. h. sie folgt hauptsächlich dem Gefälle der Siele. Der Luftzug im unteren (tiefer liegenden) Abschnitte des Sielsystems ist stärker als in den oberen (höher liegenden) Abschnitten.

2. Die herrschende Windrichtung im Freien hat keinen merklichen Einfluss auf Richtung und Geschwindigkeit des Luftzuges in den Sielen.

3. Aufsteigender, dem Gefälle der Siele entgegengesetzter Luftzug kommt zwar vor, aber sehr selten und auf sehr kurze Strecken beschränkt.

4. Wo Haus- und Strassenentwässerungen einmünden, geht Luft aus den Sielen durch diese Einmündungen öfter hinaus als herein, und ist auch diese partielle Bewegung nicht von der herrschenden Windrichtung im Freien abhängig. Das Hinaus-

---

1) Vgl. Soyka, Kritik der gegen die Schwemmkanalisation erhobenen Einwände (München 1880) S. 3, sowie die Verhandlungen der IX. Versammlung des Vereins f. öffentl. Gesundheitspflege zu Wien: Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege Bd. 14.

2) Ztschr. f. Biologie Bd. 17 S. 23.

und Hereinziehen der Luft an solchen Stellen ist kein constantes, sondern es wechselt.

5. Durch solche sich nahe liegende Mündungen von Hausentwässerungen kann ein Austausch der Luft von einem Hause oder Hofe nach dem anderen hin stattfinden, soweit die Hausleitungen nicht mit richtig functionirenden Wassersperren oder Syphons versehen sind.
6. Der ganz vorwaltend nach abwärts gehende, dem Gefälle der Kanäle folgende Luftzug scheint lediglich durch den Strom des in gleicher Richtung fliessenden Kanal- oder Sielwassers verursacht zu sein.
7. Die Temperatur der Sielluft war durchschnittlich 3,2—5,6° C. niedriger als die Temperatur im Freien. Auch aus dieser Temperaturdifferenz sind die beobachteten Luftbewegungen in den Sielen und an ihren verschiedenen Mündungen nicht zu erklären."

Es ist nur noch zu bemerken, dass die als Substrat dienenden Versuche sämmtlich im Sommer angestellt worden waren, dass also auch nur für diese Zeit die Gültigkeit der Schlusssätze anzusprechen ist.

Die Untersuchungen von Lissauer[1]) beschränken sich auf Beobachtungen der Luftströmungen im Innern des Hauses, an Closets und Ausgüssen. Soweit es sich um die Bewegung der Luft in den Kanälen handelt, kommt er zu dem Resultate, dass im Allgemeinen im Danziger Kanalsystem ein absteigender Luftstrom herrscht.

Es liessen sich nun die Versuche von Lissauer, die allerdings an den Gegenstand von einer andern Seite herantreten, insofern sie hauptsächlich die Frage der Leistungs- d. h. Schlussfähigkeit der Wasserverschlüsse zu lösen versuchen, als eine Ergänzung zu Rózsahegyi's Versuchen ansehen, insofern sie während der Winter- resp. Frühjahrsperiode angestellt wurden; allein da ihnen ein anderes Kanalisationsobject zur Grundlage dient, so ist auch schon aus diesem Grunde ein Vergleich dieser beiden Untersuchungen nicht durchführbar, dazu ist es nöthig, dass an demselben Objecte in

1) Ueber das Eindringen von Kanalgasen in die Wohnräume. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege Bd. 13 S. 341.

analoger Weise die Arbeit weiter geführt wird, mit möglichster Auswahl der auf ihren Einfluss zu prüfenden äusseren Bedingungen.

Ich habe deshalb meine Untersuchungen so ziemlich auf dieselben Theile des Münchener Sielnetzes, wie sie in der Arbeit von Rózsahegyi aufgeführt sind, erstreckt und wählte mir hierzu die Wintermonate der Jahre 1881/82 mit möglichster Berücksichtigung niedriger Aussentemperaturen.

Die Art und Weise, wie die Versuche angestellt wurden, ist in kurzem folgende. Nachdem durch irgend einen Einsteigschacht in den Kanal eingestiegen, und die Einsteigsöffnung wieder geschlossen worden war (damit keine künstlichen Communicationen mit der Aussenluft geschaffen wurden), wurde die Begehung vorgenommen. Die anzustellenden Beobachtungen im Kanalsystem erstreckten sich auf Temperatur und relative Feuchtigkeit der Kanalluft, auf Temperatur und Tiefe des Kanalwassers, ferner auf die Luftströmungen im Kanal und an den aus dem Kanal theils ins Freie, theils in die Häuser führenden Communicationen, eventuell auch an den entsprechenden Communicationsöffnungen in den Häusern selbst. Der Nachweis der Luftströmungen geschah womöglich qualitativ und quantitativ: qualitativ durch Verfolgung der Richtung, in welcher der Rauch von Lunten davongetragen wurde, durch Beobachtung der Kerzenablenkung, quantitativ durch Messungen mittels geaichter Anemometer. Es wurde entweder ein Anemometer nach Combes hierzu verwendet oder ein sehr empfindliches statisches Anemometer von Recknagel, das eine Maximalgeschwindigkeit von 1,3^{m} in der Secunde anzuzeigen vermochte. In vielen Fällen wurde die Ausbreitung und Intensität der Luftströmungen auch indirect durch Entwickelung eines leicht nachzuweisenden Gases, des Schwefelwasserstoffs, geprüft. Auch wurden an einzelnen Objecten des Sielstrangs eventuell künstliche Veränderungen hervorgebracht, um so gewisse Factoren in ihrem Einfluss isolirt studiren zu können.

Die Ausführung sämmtlicher Versuche fiel in die Zeit von 9 Uhr Vormittags bis 1 Uhr Nachmittags.

Die Daten über die meteorologischen Verhältnisse der Atmosphäre sind nach den officiellen Berichten der Meteorologischen Centralstation verzeichnet.

In der Darlegung der Versuchsergebnisse empfiehlt es sich, dieselben nach den einzelnen Untersuchungsobjecten resp. Kanalsträngen zu gruppiren. Zur Begehung und Untersuchung gelangten:

1. der im südwestlichen Theile der Stadt befindliche Schlachthauskanal,
2. der im westlichen Theil befindliche Kanal der Findlings- und Schillerstrasse,
3. der im nördlichen Gebiete verlaufende Kanal der Amalien-, Schelling- und Ludwigsstrasse und
4. ein im westlichen Gebiete gelegener zum Krankenhaus führender Kanal, dessen Anlage noch nach altem fehlerhaften Principe erfolgt war[1]).

I. Gruppe. Untersuchungen im Schlachthauskanal.

Die Strecke, die bei diesen Versuchen begangen wurde (von der Gasanstalt bis zur Ausmündung des Schlachthauskanals), hat eine Länge von ca. 567 ^{m} und ein Gefälle von 1 : 1000. Die Profile sind folgende:

Von der Gasanstalt bis zur Lindwurmstrasse 1,20 $\times$ 0,8; durch die Lindwurmstrasse hindurch über den Sendlingerthorplatz bis zur Einmündung des alten Krankenhauskanals 1,5 $\times$ 1,00; von da bis zur Ausmündung des Schlachthauskanals 1,2 $\times$ 1,2. Die Ausmündung erfolgt in den nun durch ein Gewölbe überdeckten und zum Theil überbauten Glockenbach.

I. Versuch, 12. Jan. 1881.

Während an diesem Tage bei Beginn des Versuchs eine äussere Temperatur von ca. — 3,5 herrschte, erreichte die Luft im Kanal eine Höhe von 8°, was einer Temperaturdifferenz von mehr als 11 Graden entspricht (Temperatur des Kanalwassers 6°). Die Bewegung der Luft schlug in diesem Falle eine allenthalben nach abwärts gehende d. h. dem Gefälle des Kanals folgende Richtung ein. Dies fand sowohl an den verschiedenen Punkten eines und desselben Querschnitts als auch in verschiedenen Distanzen statt. Dabei war jedoch die Luftströmung eine sehr schwache, so dass sie anemometrisch (Anemometer nach Combes) nicht bestimmt werden konnte; sie blieb also jedenfalls unter der Intensität von 0,29 ^{m} in

1) Vgl. I. Abhandlung: Ztschr. f. Biologie Bd. 17 S. 374 (Kanäle d. III. Gruppe).

der Secunde, da dies die untere Grenze für die Leistungsfähigkeit des hier zur Anwendung gebrachten Apparates war.

An den Ventilationsöffnungen und den Oeffnungen der Strasseneinläufe war die Luftströmung meist nach aussen ins Freie gerichtet; ebenso wurde bei den Hausanschlüssen in der überwiegenden Anzahl der Fälle (12 mal) eine gegen das Haus zu erfolgende Strömung constatirt, in selteneren Fällen (4 mal) auch umgekehrt vom Hause gegen den Kanal zu.

Es wurde bei diesem ersten Versuch, bei dem es sich mehr um eine probeweise Begehung des Kanals gehandelt hatte, die vorwiegende Richtung des Luftstroms auch noch in der Weise nachgewiesen, dass an einer bestimmten Stelle ca. 400^{m} oberhalb der Ausmündung in den Glockenbach Schwefelwasserstoff innerhalb des Kanals entwickelt wurde, und zwar wurde ein Gefäss, ein grosses weites Cylinderglas, in welchem sich Schwefeleisen befand, vermittels eines Brettes in der Hälfte der Höhe des Kanalprofils aufgestellt. Nachdem ich die Säure eingegossen, entfernte ich mich rasch in der Richtung nach oben. An den unterhalb und oberhalb in Distanzen von 15 bis 50^{m} aufgestellten Bleipapieren liess sich nun gleichfalls constatiren, dass die Verbreitung des Schwefelwasserstoffs vorwiegend nach abwärts stattfand; in dieser Richtung waren bis auf eine Entfernung von ca. 300^{m} (Einmündung des Krankenhauskanals) sämmtliche Bleipapiere geschwärzt (das letzte nur gebräunt). Nach aufwärts war eine Reaction nicht weiter als bis auf 60^{m} nachweisbar, wie dies aus nachfolgender, ziffermässiger Darstellung hervorgeht.

	Bleipapier oberhalb der Schwefelwasserstoffentwickelung					
Distanz in Metern . .	260	160	95	55	24	12
Reaction	keine Reaction			leicht gelb	schwach braun	schwarz

	Bleipapier unterhalb der Schwefelwasserstoffentwickelung							
Distanz in Metern . .	20	55	85	115	170	245	260	310
Reaction	schwarz					leicht gebräunt	keine Reaction	

Stellen wir die Thatsachen dieses Versuchs in einer kleinen Uebersichtstabelle dar. Wir wollen uns hierbei (sowie ein- für allemal in der tabellarischen Darstellung) einer abgekürzten Ausdrucksweise

bedienen, indem wir für alle Strömungen, die nach abwärts gerichtet sind, das Zeichen + wählen. Dieses gilt also dann für jene Luftströmung, deren Richtung im Kanal oder Siel dem Laufe des Wassers parallel geht, die in den Hauskanälen vom Hause her gegen den Kanal hin gerichtet ist, ebenso auch für jene, die durch die Strassenkanal-Ventilationsöffnungen etc. aus dem Freien in den Kanal hinein erfolgen.

Alle entgegengesetzten Luftströmungen wollen wir dagegen mit dem Symbol — bezeichnen; es ist also der Luftstrom, der im Kanal dem Laufe des Wassers entgegengerichtet ist, der ferner aus dem Kanal ins Freie oder gegen die Häuser hin gerichtet ist. Die bei der Richtung der Luftströmung verzeichneten Zahlen geben die Luftgeschwindigkeit an und zwar in Metern per Secunde.

Versuch I. Tabelle I.

		Barometer	Temperatur	Differenz zwischen Kanal- u. atmosph. Luft	relative Feuchtigkeit	Richtung und Stärke des Windes	Schwefelwasserstoffausbreitung
Col. 1		2	3	4	5	6	7
Atmosphäre .	8^h	708,0	— 3,5	11,5	85	0	
	2^h	705,8	— 1,0	9	79	E_1	
Schlachthauskanal . . .	.	.	8°	. . .	90	allenthalben + (unter 0,29 m)	245^m + 55^m —
Hausanschlüsse	.	.	.	. . .	.	4 mal + 12 mal —	
Strasseneinläufe	.	.	.	. . .	.	überwiegend —	
Ventilationsöffnungen .	.	.	.	. . .	.	überwiegend — (0,49—0,56 m)	

Wir haben also als Resultat dieses Versuches eine durchaus nach abwärts gerichtete Luftbewegung, ganz ähnlich wie sie sich in der Sommerperiode desselben Jahres geäussert hatte, nur mit einer etwas geringeren Intensität (bei den Untersuchungen im Sommer kamen Geschwindigkeiten bis zu 0,48 m[1]) in der Secunde zur Be-

1) Ich habe ein- für allemal davon Umgang genommen, eine Berechnung anzustellen über die Luftmengen, die bei den hier gewonnenen Luftgeschwindigkeiten durch das Kanalsystem hindurchgefördert werden. Bei den ununterbrochenen Aenderungen, welche die Geschwindigkeit der Luft erleidet, erschienen mir die eventuell zu berechnenden Zahlen ohne praktische Bedeutung, und selbst

obachtung). Mit diesem Resultate der directen Beobachtung stimmt dann auch der Schwefelwasserstoffversuch überein. Gegenüber dem Sommer liess sich dagegen ein entschiedeneres Einströmen der Kanalluft in die Hausleitungen constatiren, wogegen in den übrigen keine wesentlichen Unterschiede wahrzunehmen waren. Ein Einfluss des Windes war nicht wahrzunehmen. In erster Zeit herrschte überhaupt Windstille, und der später schwach einsetzende Ostwind ist dem von SW. nach NE. gerichteten Kanalverlauf und Luftzug sogar entgegengesetzt.

II. Versuch, 13. Jan. 1881.

Bei einer Aussentemperatur von — 3,9° hatte die Luft im Kanal eine Temperatur von 8,8°, so dass die Temperaturdifferenz 11,9° betrug (Temperatur des Kanalwassers + 6,5° C.). Die Richtung des Luftzugs im Kanal war nun auch in diesem Versuche für den grössten Theil der Kanalstrecke eine nach abwärts gerichtete, gleichfalls jedoch sehr schwache, die Geschwindigkeit von 0,16^{m} in der Secunde (untere Grenze des Combes'schen Anemometers) nicht erreichende. Nur das letzte Ende des Kanals, in einer bestimmt abgegrenzten Strecke, von der seitlichen Einmündung des sog. Krankenhauskanals bis zum unteren Ende des Schlachthauskanals, dort, wo dieser sich in den Glockenbach ergiesst, in einer Ausdehnung von ca. 75^{m}, zeigte die entgegengesetzte, nach aufwärts gerichtete Luftströmung, die jedoch ebenfalls von nur geringer Intensität war, meist unter 0,16^{m}, im Maximum 0,22 (an der Decke).

An den Ventilations- und Strassenöffnungen war keine Constanz in den Luftströmungen nachzuweisen; nicht bloss, dass die einen die Luft in den Kanal ein-, die anderen aus demselben ausströmen liessen, liess sich mehrfach an einer und derselben Oeffnung innerhalb kurzer Intervalle ein abwechselndes Ein- und Ausströmen wahrnehmen.

Auch in diesem Versuche wurde die Luftbewegung indirect durch Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas verfolgt. Der Entwickelungsapparat stand 180^{m} oberhalb der Ausmündung des Kanals

---

die angeführten Zahlen der Luftgeschwindigkeit haben nur den Zweck, eine Vorstellung von der herrschenden Luftströmung zu erwecken, beabsichtigen aber keineswegs, etwa bestimmte Grenzwerthe abgeben zu sollen.

in den Bach. Nachdem die Säure eingegossen war, entfernte sich der Experimentator rasch nach aufwärts. Nahe dem unteren Kanalende, 110^m von der Entwickelungsstelle, stand ein zweiter Beobachter (Dr. Klas Linroth aus Stockholm hatte hier sowie in vielen anderen Fällen die Güte, mir zu assistiren, und sage ich ihm an dieser Stelle besten Dank dafür) und notirte die Zeit, in welcher sich die ersten Spuren Schwefelwasserstoffs zeigten; es geschah dies nach 47 Minuten, und entspricht dies der höchst geringen Geschwindigkeit von 0,039^m in der Secunde, die allerdings, wie selbstverständlich, hinter der wirklich herrschenden Geschwindigkeit weit zurückbleibt. Hierbei ist jedoch noch auf ein Vorkommniss aufmerksam zu machen. Nachdem die Schwefelwasserstoffentwickelung in Gang gesetzt worden war, ging ich die Kanalstrecke nach aufwärts bis zu dem 390^m oberhalb befindlichen Einsteigschachte, durch welchen ich den Kanal verliess, um dann wieder 30^m unterhalb der Entwickelungsstelle durch einen Einsteigschacht in den Kanal hinab zum unteren Beobachtungsposten mich zu begeben. Mit Oeffnung dieses Schachtes kam mit einem Male eine grosse Menge Schwefelwasserstoffgases zu Tage, das offenbar in diesem Schachte, wie in einem Schlot aufgestiegen war.

Die räumliche Verbreitung des Schwefelwasserstoffs war folgende:

	Bleipapier oberhalb der Schwefelwasserstoffentwickelung								
Distanz in Metern . .	390	140	125	105	80	50	37	25	12
Reaction	keine Reaction			schwach braun	schwarz oder braun				

	Bleipapier unterhalb der Schwefelwasserstoffentwickelung							
Distanz in Metern . .	12	25	60	80	110	115	125	180
Reaction	schwarz oder braun					schwach braun	keine Reaction	

Wir sehen hier die Verbreitung des Schwefelwasserstoffs nach beiden Richtungen erfolgen. Dass sie, trotzdem kein Vorherrschen der aufsteigenden Luftströmung wahrnehmbar war, sich doch so weit nach oben verbreitete, rührt wohl von der nach erfolgter Entwickelung unternommenen Wanderung und Oeffnung des Schachtes

her, deren Einfluss noch später erörtert werden soll. Es könnte scheinen, als wenn diesmal die Ausbreitung nach abwärts eine geringe gewesen, indem 115 m unterhalb der Entwickelungsstelle (65 m oberhalb der Mündung in den Stadtbach) die Reaction aufhörte. Allein die Verhältnisse gestalten sich hier anders: die H_2S-Reaction verschwindet in jenem Theile des Kanals, von dem schon oben erwähnt wurde, dass in demselben ein entgegengesetzter Luftstrom herrsche. An dieser Stelle, wo die Reaction im Hauptkanal aufhört, mündet der sog. Krankenhauskanal ein, in welchem eine constante aufsteigende Luftströmung von 0,37 — 0,55 m pro Secunde herrschte. In diesen Kanal, den wir später gesondert betrachten werden, wurde der Schwefelwasserstoff aspirirt: an Bleipapieren liess sich die Reaction mit Sicherheit noch über 30 m tief in den Kanal hinein verfolgen, im Ganzen also 145 m abwärts von der Entwickelungsstelle.

Das Versuchsresultat, tabellarisch ausgedrückt, war also folgendes:

Versuch II. Tabelle II.

		Barometer	Temperatur	Differenz zwischen Kanal- u. atmosph. Luft	relative Feuchtigkeit	Richtung und Stärke des Windes	Schwefelwasserstoffausbreitung
Col. 1		2	3	4	5	6	7
Atmosphäre .	8h	704,7	— 3,9	10,9	76	W1	
	2h	702,6	— 2,2	9,2	50	W1	
Schlachthauskanal . .	.	.	+ 7	. . .	90	grösstentheils + (unter 0,16 m) die letzten 75 m — (bis 0,22 m)	115m +, 105m —
Ventilations- und Hausöffnungen .	.	.	.	. . .	.	bald + bald — (bis 0,33 m)	
Seitenkanal (Krankenhauskanal)	.	.	.	. . .	.	ausschliesslich — (0,37—0,55 m)	. . . . 30m —

Die Windrichtung war in diesem Versuche der Luftströmung im Kanal wenigstens nicht direct entgegengesetzt. Was das Gesammtresultat anbelangt, finden wir im Grossen und Ganzen eine ziemliche Uebereinstimmung mit dem ersten Versuche.

III. Versuch, 18. Jan. 1881.

Zu Beginn des Versuchs herrschte eine Aussentemperatur von — 8,2, die Temperatur der Kanalluft betrug + 8, die Differenz somit 16,2°. (Temperatur des Kanalwassers + 6°, Höhe desselben 23 cm.)

Beim Einsteigen bemerkt man, dass die untere Fläche des eisernen Deckels, mit dem der Einsteigschacht verschlossen ist, stark bereift erscheint in Folge der Niederschläge aus der wärmeren, feuchten Kanalluft.

Auch diesmal ist die Luftströmung durchwegs nach abwärts gerichtet. Die Intensität derselben war jedoch in diesem Versuche eine mächtigere. Messungen an verschiedenen Stellen des Kanalstrangs und in verschiedener Höhe des Profils gaben nachstehend verzeichnete Werthe. Die Bestimmungen sind in ihrer Aufeinanderfolge angeführt, wie sich dieselbe beim Abwärtsschreiten im Kanal ergab. In Fig. 1 sind in dem Kanalprofil mit *a* bis *e* diejenigen Stellen bezeichnet, in denen die anemometrischen Bestimmungen gemacht wurden, und wird in der weiteren Darstellung diese Bezeichnung stets angewendet werden.

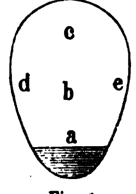


Fig. 1.

Tabelle III.

Luftgeschwindigkeit im Kanal (in Metern pro Secunde).

	a	*b*	*c*	*d*
1. . .	0,54	0,23	unter 0,16	0,64
2. . .	—	—	0,53	—
3. . .	0,25	0,29	—	—

Von Interesse war das Verhalten der Luftbewegung in den Seiteneingängen, jenen oft über mannshohen Verbindungsgängen, die vom Einsteigschacht in der Strasse zum Kanal selbst führen. Hier war in den oberen Theilen derselben fast constant ein nach auswärts gerichteter Luftstrom zu constatiren, in den unteren Theilen ein einwärts gehender; es trat dies besonders stark bei Oeffnung des Schachtes hervor und erklärt sich durch die Strömungsverhältnisse der Luft, wie sie an Orten auftreten, wo zwei Luftschichten verschiedener Temperatur durch eine weite Oeffnung mit einander in Communication treten. Die warme Luft strömt oben an der Decke aus, wird durch die kältere Luft, die unten einströmt, verdrängt.

Die Ventilationsöffnungen liessen an diesem Versuchstage bald Luft von der Strasse eintreten, bald war umgekehrt ein Ausströmen der Kanalluft wahrzunehmen, und zwar trat an einer und derselben Ventilationsöffnung oft plötzlich ein Umkehren der Strömungsrichtung ein. Im Ganzen überwog die Richtung nach einwärts, gegen den Kanal zu. Gemessene Geschwindigkeit 0,35 bis 0,47^{m} in der Secunde. In den Hausentwässerungsröhren überwog dagegen die Strömung in das Haus hinein.

Versuch III. Tabelle IV.

		Barometer	Temperatur	Differenz zwischen Kanal- u. atmosph. Luft	relative Feuchtigkeit	Richtung und Stärke des Windes
Col. 1		2	3	4	5	6
Atmosphäre . .	8^{h}	705,7	— 8,2	16,2	76	E_6
	2^{h}	703,7	— 6,7	14,7	90	E_8
Schlachthaus-kanal . . .	.	.	+ 8	. . .	80—90	allenthalben + (bis 0,64)
Ventilations-öffnungen . .	.	.	.	. . .	.	überwiegend + (0,35 — 0,47) auch mehrfach ±
Hausanschlüsse .	.	.	.	. . .	.	überwiegend —
Seiteneingänge .	.	.	.	. . .	.	an der Sohle + an der Decke —

Der an diesem Tage ziemlich heftige Ostwind ist in seiner Richtung der Luftströmung im Kanal entgegengesetzt; vielleicht ist es als sein Effect zu betrachten, dass die Luftströmung an den Ventilationsöffnungen diesmal oft so plötzlich aus einer Richtung in die entgegengesetzte umschlug.

IV. Versuch, 20. Jan. 1881.

Die äussere Temperatur war zu Beginn des Versuchs — 1,4, die Kanallufttemperatur + 8,6, was einer Differenz von 10° entspricht. (Temperatur des Kanalwassers 6,5°, Höhe desselben ca. 25^{cm}.)

Auch in diesem Falle war die vorwiegende Richtung des Luftstromes im Kanal eine absteigende. Sie erstreckte sich über den grössten Theil des untersuchten Stranges von dem Einsteigschachte in der Maistrasse bis zur Ausmündung des Krankenhauskanals, welcher letztere, wie auch in früheren Fällen, eine stark aufsteigende Luftströmung besass. Das ca. 75^m lange Endstück des Kanals unterhalb dieser Einmündung besass ebenfalls aufsteigende Luftströmung.

In dem Kanaltheile mit abwärts gerichteter Luftströmung waren auch Differenzen in der Intensität wahrzunehmen: in den unteren Partien gegen den Krankenhauskanal zu tritt in den an der Decke gelegenen Luftschichten fast Windstille ein, oder es ist gar eine sehr schwache aufsteigende Luftströmung wahrzunehmen, während die Luftschichten an der Kanalsohle ihre absteigende Richtung bewahrt haben.

Wir geben wieder einige anemometrische Bestimmungen, wie sie im Kanal, nach abwärts gehend gemacht wurden.

Tabelle V.

Luftgeschwindigkeit im Kanal (in Metern pro Secunde).

	a	*b*	*c*
I. unterhalb des Fremdeneingangs	0,528 +	0,616 +	0,70 +
II. oberhalb der Einmündung des Krankenhauskanals	0,23 +	. . .	0
III. unmittelbar an der Einmündung des Krankenhauskanals . . .	. . .	0,24 +	0,38 +
IV. im Krankenhauskanal . . .	. . .	0,83 —	. . .

In den ausser dem Krankenhauskanal noch einmündenden zwei Kanälen waren absteigende Luftströmungen zu constatiren.

Von den sechs untersuchten Ventilationsöffnungen drang bei vieren die Luft aus dem Kanal ins Freie, bei einer wechselten die Strömungen, bei einer war Windstille.

In sämmtlichen drei Seiteneingängen war in den der Decke näher gelegenen Luftschichten die Strömung nach auswärts (aus dem Kanal) gerichtet, in den unteren Luftschichten dagegen nach einwärts.

Es wurde an diesem Tage ein Schwefelwasserstoffversuch vorgenommen, um die räumliche und zeitliche Ausbreitung der Luft-

strömungen zu prüfen. Die Entwickelung des Schwefelwasserstoffs geschah diesmal allmählicher, indem in der einen Oeffnung einer grossen Woulf'schen mit 1^{kg} Schwefeleisen beschickten Flasche ein Scheidetrichter befestigt war, durch den Säure allmählich hinzufliessen konnte. Der Ort der H_2S-Entwickelung war 125^{m} unterhalb des Seiteneingangs an der Gasanstalt und 440^{m} oberhalb der Ausmündung des Kanals in den Glockenbach.

Was die zeitliche Vertheilung anbelangt, so war der Schwefelwasserstoff 10 Minuten nach Beginn der Entwickelung von einem 86^{m} unterhalb postirten Beobachter wahrzunehmen, was einer Luftgeschwindigkeit von 0,144^{m} in der Secunde entspricht. Es widerspricht dieses Resultat den anemometrischen Bestimmungen nicht, wenn es auch einen sehr geringen Werth repräsentirt; es ist ja zu bedenken, dass die ersten Quantitäten des Schwefelwasserstoffs so verdünnt ankommen, dass sie noch keine Reaction hervorrufen können. Räumlich verbreitete sich der Schwefelwasserstoff folgendermassen:

	Bleipapier oberhalb der Schwefelwasserstoffentwickelung			
Distanz in Metern	125	120 90 90 70	55 45	30
Reaction . . .	sehr schwach gelblich braun	schwach braun	deutlich braun	schwarz

	Bleipapier unterhalb der Schwefelwasserstoffentwickelung			
Distanz in Metern	15 28 [1]) 65 120 150 200 260	270 295 300	340	370 375 380 440
Reaction . . .	schwarz oder stark braun	schwach braun	sehr schwach gelbbraun	keine Reaction

Nach abwärts wurde die Schwefelwasserstoffausbreitung auf 340^{m}, nach aufwärts auf 125^{m} gefunden; es wurden allerdings weiter aufwärts keine Bleipapiere aufgestellt, doch war die Reaction an diesem Punkte schon eine so schwache, dass sie wohl kaum noch höher hinauf hätte verfolgt werden können. Es ist jedoch zu erklären, warum der Schwefelwasserstoff diesmal eine relativ weite

1) Hier waren auch Papiere im Einsteigschachte an den zum Herabsteigen dienenden eisernen Klammern befestigt; es zeigten dieselben, auch die obersten, eine intensive Reaction.

Strecke (125 m) nach aufwärts getragen wurde. Es dürfte folgenden Grund haben. Bei diesem Versuche wurden die Bleipapiere erst am folgenden Tage untersucht, schon deshalb, weil die Schwefelwasserstoffentwickelung diesmal eine viel allmählichere und also länger andauernde gewesen. Es konnte auch noch am folgenden Tage am Ort der Schwefelwasserstoffentwickelung und eine ziemliche Strecke darüber hinaus deutlich Schwefelwasserstoffgeruch wahrgenommen werden. Nun war jedoch am folgenden Tage (vgl. Versuch V) im Kanal ein aufsteigender Luftstrom zu constatiren, der demnach das weite Vordringen des Schwefelwasserstoffs nach aufwärts erklärt.

Fassen wir diesen Versuch wieder tabellarisch zusammen.

Versuch IV. Tabelle VI.

		Barometer	Temperatur		relative Feuchtigkeit	Richtung und Stärke des Windes	Schwefelwasserstoffausbreitung
				Differenz zwischen Kanal- u. atmosph. Luft			
Col. 1		2	3	4	5	6	7
Atmosphäre .	8h	700,5	— 1,4	10	71	SW_5	
	2h	701,6	— 0,7	9,3	52	W_6	
Schlachthauskanal . .	.	.	8,6	. . .	80—90	grösstentheils + (bis 0,70) im Endstück —	340 m + (0,144 pr. Sec.) 125 m —
Ventilationsöffnungen .	.	.	.	. . .	.	4 mal — 1 mal ± 1 mal 0	
Seitenkanäle (3)	.	.	.	. . .	.	2 mal + 1 mal — (0,83)	
Seiteneingänge (3) .	.	.	.	. . .	.	an der Sohle + an der Decke —	

Diesmal war die Windrichtung in der Atmosphäre der der Kanalluft zum Theil parallel, zum Theil (im letzten Ende des Kanals) entgegengesetzt.

V. Versuch, 21. Jan. 1881.

Eingestiegen wurde diesmal in den Schacht an der Gasanstalt, 567 m oberhalb der Mündung in den Glockenbach, während in allen übrigen Versuchen das Einsteigen am sog. Fremdeneingang ca. 390 m oberhalb des unteren Kanalendes erfolgte. In diesem Versuch, der

nur zur Controle der Schwefelwasserstoffentwickelung (vgl. oben) angestellt worden war, herrschte im Kanal selbst eine constant aufsteigende Luftströmung. An den untersuchten 10 Strasseneinläufen war allenthalben ein Ausströmen der Luft aus dem Kanal wahrzunehmen. In den untersuchten Hausentwässerungen war in vier Fällen eine schwache Luftströmung gegen die Häuser gerichtet; in einem Fall war das Verhalten ein umgekehrtes.

Versuch V. Tabelle VII.

		Barometer	Temperatur		relative Feuchtigkeit	Richtung und Stärke des Windes
				Differenz zwischen Kanal- u. atmosph. Luft		
Col. 1		2	3	4	5	6
Atmosphäre . .	8^h	717,5	— 11,1	18,6	84	W_3
	2^h	718,2	— 9,5	17,0	64	W_2
Schlachthauskanal . . .	.	.	+ 7,5	. . .	.	allenthalben —
Hausanschlüsse	.	.	.	. . .	.	1 mal + 4 mal —
Strasseneinläufe	.	.	.	. . .	.	10 mal —

Auch in diesem Falle ist ein Einfluss des Windes nicht zu constatiren; dessen Richtung ist der der Luftströmung im Kanal direct entgegengesetzt. Keineswegs kann darin die Ursache für das hier im Schlachthauskanal zum ersten Mal auftretende constante Aufwärtsströmen der Luft gelegen sein. Vielleicht haben wir dagegen in der hohen Temperaturdifferenz, der höchsten von den bisher beobachteten, den Grund zu suchen; wir werden später bei der Discussion der die Luftbewegung veranlassenden Momente etwas näher darauf eingehen.

VI. Versuch, 31. Jan. 1882.

Bei einer Aussentemperatur von + 0,2° hatte die Luft im Kanal + 5,8°; die Differenz betrug 5,6°. (Temperatur des Kanalwassers + 6°, Höhe desselben 16—20 cm.)

Die Luftbewegung war in diesem Falle eine nur wenig gleichmässige. Nicht nur, dass verschiedene Stellen des Kanals verschiedene Luftströmungen darboten, es zeigten auch die verschiedenen Höhen eines und desselben Kanalprofils wechselnde Verhältnisse. An der Kanalsohle, also an der Wasseroberfläche, war

die Tendenz eine fast durchwegs aufsteigende, also der Strömung des Wassers entgegengesetzte. Die höheren Luftschichten an der Decke zeigten für den grösseren Theil der begangenen Strecke das entgegengesetzte Verhalten: die Luft strömt hier meist nach abwärts; in der Mitte, d. h. in der halben Höhe des Profils, war vielfach vollkommene Stille, resp. die Luft stieg senkrecht in die Höhe auf, um an der Decke in die der unteren Luftströmung entgegengesetzte Richtung umzuschlagen. Dort jedoch, wo sowohl an der Decke als am Wasser gleiche (aufsteigende) Luftströmung vorhanden war, besassen natürlich auch die mittleren Luftschichten dieselbe Bewegung.

Dabei war jedoch in allen diesen Fällen die Geschwindigkeit, mit der die Luft sich bewegte, eine sehr geringe, anemometrisch nicht bestimmbar, unter $0{,}15^{m}$ in der Secunde.

Von den sieben untersuchten Strasseneinläufen strömte die Luft in vier Fällen von der Strasse in den Kanal hinein, in zweien war die Richtung eine umgekehrt aus dem Kanal nach aussen hin gerichtete.

Von acht Hausentwässerungen strömte in sechs Fällen die Luft in den Kanal hinein, in zweien umgekehrt gegen das Haus hin. Wir wollen diese Daten in ihrer räumlichen Aufeinanderfolge in einer besonderen Tabelle zusammenstellen. Die Strömungsrichtung senkrecht in die Höhe wollen wir hierbei mit $\perp$ bezeichnen. Die Buchstaben *a*, *b*, *c* beziehen sich wieder auf das Profil Fig. 1.

Tabelle VIII.

Richtung und Stärke des Luftstroms

	im Schlachthauskanal			in den Strassen-einläufen	in den Hausan-schlüssen
	a	*b*	*c*		
am Einsteigschacht . .	—	. . .	+	+	+
50m unterhalb	—	—	—	+	. . .
100m „	—	⊥	+	—	+
					+0,65
150m „	—	⊥	+	. . .	+0,37
					—
				+0,56	+
200m „	—	⊥	+	+0,53	+0,37
				—	. . .
				—	—
vor Einmündung des Krankenhauskanals . .	+	+	+	. . .	. . .

Wir wollen schliesslich noch das Gesammtresultat dieses Versuchs tabellarisch zusammenstellen.

Versuch VI. Tabelle IX.

		Barometer	Temperatur	Differenz zwischen Kanal- u. atmosph. Luft	relative Feuchtigkeit	Richtung und Stärke des Windes
Col. 1		2	3	4	5	6
Atmosphäre . .	8^h	726,2	+ 0,5	5,3	92	NE$_1$
	2^h	729,1	+ 1,3	4,5	78	NE$_4$
Schlachthaus-kanal . . .	.	.	+ 5,8	. . .	.	an der Decke bald + bald — an der Sohle fast nur — in der Mitte 0
Strasseneinläufe	.	.	.	. . .	.	4 mal + 3 mal — (bis 0,56)
Hausanschlüsse .	.	.	.	. . .	.	6 mal + 2 mal — (bis 0,65)

Werfen wir nun einen Rückblick auf diese Untersuchungen, indem wir sie zum besseren Vergleich neben einander gruppiren, mit besonderer Berücksichtigung der Temperaturdifferenzen und äusseren Luftströmungen (s. Tab. X). —

Wenn wir zuerst einen Vergleich mit den von Rózsahegyi im Sommer angestellten Versuchen unternehmen, so finden wir insofern eine Uebereinstimmung, als auch bei diesen Beobachtungen im Kanal selbst der absteigende Luftstrom überwog. Ein Vergleich bezüglich der Intensität erscheint bei den so grossen Schwankungen nicht zulässig. Bei den Hausöffnungen scheint im Winter eine entschiedenere Tendenz zum Ansaugen der Luft zu Tage zu treten, während in den Untersuchungen des Sommers häufiger Windstille zu beobachten war. Es erklärt sich dies aus der niederen Temperatur der Sielluft im Winter 6—8° (gegen 11,5° im Sommer), so dass die Luft im Hause, besonders aber die Luft im Abtrittrohr, das ja vielfach mit einer Wärmequelle versehen ist, leicht eine höhere Temperatur und also ein geringeres specifisches Gewicht besitzt als die Kanalluft.

Unter einander selbst verglichen geben diese Versuche noch kein klares Bild über die Mächtigkeit des Einflusses, den die ein-

Tabelle X. **Versuche im Schlachthauskanal.**

Versuch	Temperaturdifferenz	Richtung und Stärke des Windes: im Freien	im Schlachthauskanal +	im Schlachthauskanal −	in den Hausanschlüssen +	in den Hausanschlüssen −	in den Strasseneinläufen +	in den Strasseneinläufen −	in den Ventilationsöffnungen +	in den Ventilationsöffnungen −	in den Seiteneingängen +	in den Seiteneingängen −	Schwefelwasserstoffausbreitung +	Schwefelwasserstoffausbreitung −
I	11,5—9	$O-E_1$	ausschliessl. (unter 0,29 m)	. . .	4 mal	12 mal	. . .	überwiegend	. . .	überwiegend	. . .	. . .	245 m	55 m
II	10,9—9,2	W_1	überwiegend (unt. 0,16)	im untersten Kanalende (bis 0,22)	abwechselnd (bis 0,38)		. . .	. . .	abwechselnd		. . .	. . .	145	105
III	16,2—14,7	E_5-E_8	ausschliessl. (bis 0,64)	. . .	. . .	überwiegend	. . .	. . .	überwiegend (0,35 bis 0,47)	. . .	an der Sohle	an der Decke	. . .	. . .
IV	10—9,3	SW_5-W_6	überwiegend (bis 0,70)	im untersten Kanalende	. . .	. . .	. . .	. . .	4 mal (1 mal +) (1 mal 0)	. . .	an der Sohle	an der Decke	340	125
V	18,6—17	W_3-W_2	. . .	ausschliessl.	1 mal	4 mal	. . .	10 mal	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
VI	5,3—4,5	NE_1-NE_4	meist an der Decke	hauptsächlich an der Sohle, stellenweise auch an der Decke	6 mal (bis 0,65)	2 mal	4 mal (bis 0,56)	3 mal	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .

zelnen Factoren ausüben könnten, zum Theil auch deshalb, weil verschiedener äusserer Umstände halber noch nicht vollkommen einheitlich bei der Untersuchung vorgegangen werden konnte.

Einiges lässt sich immerhin schon erörtern; so die Bedeutung des Windes. Derselbe scheint in keiner Weise ausschlaggebend zu sein für die Richtung des Luftstroms im Kanal selbst. Abgesehen davon, dass in letzterem wiederholt die entgegengesetzte Richtung vorhanden ist, wie in der Atmosphäre, finden wir auch, dass bei gleichartiger äusserer Windrichtung einander entgegengesetzte Luftströmungen im Kanal erscheinen können (Versuch V gegenüber Versuch II und IV).

Ein vielleicht recht beachtenswerthes Zusammentreffen ist in Versuch V, dem einzigen Versuch, bei dem allenthalben aufsteigende Luftströmung im Kanal zu beobachten war. Es coincidirt dieser Befund mit der höchsten Temperaturdifferenz; doch ist zu beachten, dass z. B. die Temperaturdifferenz von Versuch III dieser letzteren recht nahe kommt; trotzdem besitzt die Luftströmung die entgegengesetzte Richtung. Von Wichtigkeit ist wohl auch noch, dass bei diesem Versuch V in überwiegender Menge ein Ausströmen der Luft zu den Strasseneinläufen stattfindet, wie dies auch in Versuch I sich documentirt. Aber noch ein anderer Umstand ist in Betracht zu ziehen. Versuch V ist der einzige an einem Freitag angestellte Versuch. Am Freitag wird nun im Schlachthaus eine etwas aussergewöhnliche Thätigkeit entfaltet; es ist dies der Hauptschlachttag für Schweine wie für Kälber. Insbesondere werden an diesem Tage die vier grossen kupfernen Brühkessel von je 2^m Durchmesser stark in Anspruch genommen. Aus diesen Kesseln fliesst das Abwasser durch in den Kesseln angebrachte gelochte Kupferbleche in Schlammreserven und von hier in die Rohrstränge der Kanalisation[1]). Auf diese Weise konnte denn eine relativ stärkere Erwärmung des obersten Kanalendes erfolgen, in welches diese hoch temperirten Abwässer hineingelangen, und dadurch die aufsteigenden Luftströme im Kanal begünstigt werden.

Der Einfluss des strömenden Wassers tritt nicht deutlich zu Tage; wohl geht die Luftströmung in vielen Fällen demselben

1) Der Vieh- u. Schlachthof in München (München 1880) S. 8 u. 9.

parallel, allein in Versuch V ist die Richtung eine vollkommen entgegengesetzte und in Versuch VI tritt sogar das eigenthümliche Verhalten zu Tage, dass die unteren, dem Wasser näheren Luftschichten eine demselben entgegengesetzte, die oberen eine parallele Strömungsrichtung zeigen.

Es gibt uns dies natürlich nur so weit das Recht zu einem Urtheil, als wir sagen können, der Einfluss des strömenden Wassers kann durch andere Momente eliminirt werden. Wir werden später noch directe Untersuchungen über Natur und Grösse dieses Einflusses bringen.

II. Gruppe. Untersuchungen im Stammsiel der Amalien-, Schelling- und Ludwigsstrasse.

Die begangene Strecke von der Kreuzung der Amalien- mit der Schellingstrasse bis zum Einsteigschacht an der Universität hat eine Länge von ca. 400^m. Das Gefälle beträgt in den oberen Theilen (Amalienstrasse) 1 : 755, in den unteren Theilen 1 : 710 (Schellingstrasse) und 1 : 200 (Ludwigsstrasse). Das Siel ist $2{,}04^m$ hoch, $1{,}16^m$ weit.

VII. Versuch, 9. Febr. 1881.

Bei einer Temperatur der Atmosphäre von + 2,5 und der Kanalluft von 5 (Temperaturdifferenz von 2,5°) verlief dieser Versuch unter etwas abnormen Bedingungen. In Folge des in dieser Zeit herrschenden Thauwetters und der Niederschläge vom 8. bis 9. Februar (am 8. Febr. $1{,}2^{mm}$, am 9. Febr. $4{,}1^{mm}$) war nämlich der Wasserstand zu einer sehr bedeutenden Höhe, bis 60^{cm}, also fast zu $^1/_3$ der Sielhöhe gestiegen; dem entsprechend war auch die Schnelligkeit, mit der das Wasser strömte, eine erhöhte.

Der Luftstrom bewegte sich in diesem Falle im Kanal selbst, dem Wasser entlang, nach abwärts und zwar mit wechselnder Geschwindigkeit, oft anemometrisch nicht nachweisbar.

In den verschiedenen Punkten des Querschnitts (vgl. Fig. 1) fand sich

am unteren Kanalende				am oberen Kanalende
a	*b*	*c*	*d*	*b*
0,232	0,408	0,296	nicht messbar	0,271

Die Strasseneinläufe führten sämmtlich viel Wasser, die Luftströmung war jedoch auch hier ungleichmässig; es trat z. B. auch der Fall ein, dass zwei einander gerade gegenüber ausmündende Röhren die entgegengesetzte Luftströmung zeigten, so dass man unwillkürlich an die Verhältnisse in einem Zimmer oder sonstigen abgeschlossenen Raum erinnert wurde, in welchem durch zwei einander gegenüberliegende Oeffnungen ein Luftaustausch bewirkt wird.

Auch die Hausanschlüsse wechselten in der Richtung der Luftströmung (vgl. Tab. XI), wenn auch die Tendenz des Einströmens gegen die Häuser zu vorherrschte.

Ein Schwefelwasserstoffversuch, der hier angestellt wurde, stimmte in seinen Resultaten mit der oben gewonnenen Erfahrung über die Luftströmung im Kanal überein. Hier war das Gefäss mit Schwefeleisen durch einen Schacht in den Kanals (über halbe Höhe des Profils) herabgelassen und wurde die Säure von aussen eingegossen.

	Bleipapier oberhalb der Schwefelwasserstoffentwickelung							
Distanz in Metern . .	210	180	120	90	60	35	20	6
Reaction	ohne Reaction			gelblich	schwarz od. braun			

	Bleipapier unterhalb der Schwefelwasserstoffentwickelung				
Distanz in Metern . .	27	57	87	117	150
Reaction	schwarz oder braun				

Entsprechend der vorwiegend abwärts gerichteten Luftströmung sehen wir auch hier die Schwefelwasserstoffverbreitung mehr nach abwärts (über 150^m) als nach aufwärts $60-90^m$ erfolgen.

Versuch VII. Tabelle XI.

		Barometer	Temperatur	Temperatur: Differenz zwischen Kanal- u. atmosph. Luft	relative Feuchtigkeit	Richtung und Stärke des Windes	Schwefelwasserstoffausbreitung
Col. 1		2	3	4	5	6	7
Atmosphäre . .	8^h	705,1	+ 2,5	2,5	84	SW_3	
	2^h	708,1	+ 2,7	2,3	79	W_4	
Stammsiel . .	.	.	+ 5	. . .	95	überall + (0,28 — 0,41)	150^m +, 90^m —
Hausanschlüsse .	.	.	.	. . .	.	3 mal + 8 mal —	
Strasseneinläufe	.	.	.	. . .	.	3 mal + 4 mal —	
Aufzugsschacht	.	.	.	. . .	.	—	
Seiteneingang .	.	.	.	. . .	.	an der Sohle + an der Decke —	

VIII. Versuch, 12. Febr. 1881.

Bei diesem Versuche hatte das Wasser im Kanal die gewöhnliche Höhe von ca. 25 cm und eine Temperatur von 5,5° C.; die Lufttemperatur war zu Beginn im Freien — 4,7, im Kanal 6,5 (Temperatur 11,2).

Die Luftströmung im Hauptkanal hatte diesmal fast ausschliesslich eine aufsteigende Richtung; nur an einer Stelle, ca. 200 m oberhalb der Einsteigstelle, zeigte sich für eine kurze Zeit von 2 bis 3 Minuten ein absteigender Luftstrom; derselbe fiel der Zeit nach zusammen mit der vom Diener vorgenommenen Oeffnung des Einsteigschachtes.

Die Intensität der Luftströme wechselte von fast Windstille bis zu 0,36 und darüber; das einmal constatirte Abwärtsströmen geschah mit einer Geschwindigkeit von 0,25 m pro Secunde.

Haus- und Strasseneinläufe variirten wieder in der Richtung und Stärke des Luftstroms ohne besonderes Ueberwiegen einer Richtung, in drei Hauscommunicationen war sogar während des Versuches ein Umschlagen der Luftströmung in die entgegengesetzte zu beobachten. Von den in dieses Stammsiel einmündenden Haupt- und Nebensielen ist in erster Linie eines Kanals zu erwähnen, der von dem am Universitätsplatz befindlichen Brunnen seinen Ausgang nimmt; in diesem war ein ziemlich starker aufsteigender Luftstrom wahrzunehmen, dessen Intensität war

in *a* 1,288 *b* 1,208 *c* 1,36
(Meter pro Secunde).

An der Kreuzungsstelle der Ludwigs- und Schellingstrasse mündet ein leerer Seitenkanal. Derselbe endigt blind, da die an ihn anzuschliessenden Strecken noch nicht ausgebaut sind. In demselben befindet sich an der Seitenwand, etwas über der Mitte der Höhe, eine schräg nach aussen an die Oberfläche gehende Röhre von 14 cm Durchmesser, durch welche ein ausserordentlich intensiver Luftstrom nach innen in den Kanal eintritt. Das Eindringen der kalten äusseren Luft erfolgt so mächtig, dass Nebelbildung auftritt; auch hatte sich auf der der Oeffnung gegenüberliegenden Kanalwand eine Schneelage gebildet. Zu bemerken ist hierbei, dass Rohr wie Kanal selbst sehr nahe der Oberfläche liegen. An dieser

Stelle betrug die Temperatur der Kanalluft 4,5° C., also die Differenz gegenüber der Aussentemperatur ca. 9° C.

Die Schnelligkeit, mit der die Luft einströmte, wurde mit 2,05 bis 2,99 m in der Secunde bestimmt. Sie war so gross, dass die Bewegung der Anemometerflügel deutlich als Summen hörbar wurde.

Versuch VIII. Tabelle XII.

		Barometer	Temperatur	Differenz zwischen Kanal- u. atmosph. Luft	relative Feuchtigkeit	Richtung und Stärke des Windes
Col. 1		2	3	4	5	6
Atmosphäre . .	8h	707,8	—4,7	11,4	77	W_3
	12h	708,7	—2,8	9,5	67	W_2
Stammsiel . . .	.	.	+6,7	. . .	80—90	während 2—3 Min. + (bis 0,25) fast ausschliesslich — (bis 0,36)
Hausanschlüsse .	.	.	.	. . .	.	4 mal + 4 mal — 3 mal ± (bis 0,264) (bis 1,38)
Strasseneinläufe .	.	.	.	. . .	.	4 mal + 4 mal — (bis 0,74)
Nebensiel . . .	.	.	.	. . .	.	1 mal — (bis 1,29)

IX. Versuch, 24. Febr. 1881.

In diesem Versuche nahm die äussere Temperatur während der Vormittagsstunden, der Zeit der Begehung des Kanals, ziemlich bedeutend zu, so dass sich die Temperaturdifferenz zwischen Kanalluft und äusserer Luft mit der Fortdauer der Untersuchung allmählich verringerte. Es ist dies ersichtlich aus

Versuch IX. Tabelle XIII.

		Barometer	Temperatur	Differenz zwischen Kanal- u. atmosph. Luft	relative Feuchtigkeit	Richtung und Stärke des Windes
Col. 1		2	3	4	5	6
Atmosphäre . .	8h	719,5	— 2,3	8,8	98	0
	2h	718,1	+ 6,5	0	69	NE_3
Hauptsiel . . .	.	.	+ 6,5	. . .	.	vorwiegend — (0—0,83)
Hausanschlüsse .	.	.	.	. . .	.	6 mal + 9 mal — 1 mal 0 (0-0,58) (0—0,71)
Strasseneinläufe .	.	.	.	. . .	.	8 mal + 2 mal — (0—0,65) (0—0,91)
Nebensiele . .	.	.	.	. . .	.	1 mal + 2 mal —

Es wurden in diesem Versuche zahlreichere Messungen der Geschwindigkeit (mittels des statischen Anemometers von Recknagel) vorgenommen, an verschiedenen Stellen des Kanals sowohl, als auch in verschiedener Höhe eines und desselben Querschnittes; sie zeigen auch hier wieder wenig Uebereinstimmung.

Tabelle XIV.

Stärke der Luftströmung im Kanal (in Metern pro Secunde).

a—e: Stelle des Querschnitts, an dem die Bestimmung vorgenommen (vgl. Fig. 1 S. 115).

	a	*b*	*c*	*d*	*e*
I. am Einsteigschacht der Universität:					
α) zu Beginn des Versuchs, 9ʰ	0,0 —0,37	0,37—0,48	0,65—0,70	0,0 —0,37	0,37—0,53
β) am Schluss des Versuchs, 11½ʰ. . .	0,0 —0,15	0,26	0,15	0,0	0,26
II. 50ᵐ oberhalb I. . .	0,30—0,37	0,43	0,37	0,21—0,30	0,21—0,37
III. 140ᵐ oberhalb I, vor dem Aufzugsschacht:					
α) zu Beginn . . .	0,0 —0,30	0,30—0,37	0,56—0,62	0,0 —0,30	0,21—0,37
β) am Schluss (2 Stdn. später)	0,53—0,83	0,37—0,53	0,48	0,53	0,53—0,61
IV. 150ᵐ oberhalb I, hinter dem Aufzugsschacht .	0,0	0,37—0,53	0,53—0,65	0,65	0,21—0,37
V. 200ᵐ oberhalb I . .	0,53	0,53—0,65	0,74	0,65—0,74	0,70
VI. 360ᵐ oberhalb I . .	0,37	0,37—0,43	0,53	0,53—0,83	0,53—0,83

Da bei diesen Messungen ein sog. statisches Anemometer zur Anwendung kam, so sind bei den einzelnen Bestimmungen meist doppelte Zahlen angeführt worden. Die Strömungsintensität schwankte nämlich innerhalb fast jeder Beobachtung, so dass das Anemometer während der Zeit der Messung verschiedene Ausschläge gab; von diesen wurde dann der schwächste und stärkste notirt. Ich habe es vermieden, aus diesen beiden Zahlen ein Mittel zu ziehen, da dasselbe vielfach den thatsächlichen Verhältnissen nicht entsprochen hätte. Um ein richtiges Mittel der Geschwindigkeit zu erhalten, müsste ja in Betracht gezogen werden, wie lange die einzelnen Intensitäten, die einzelnen Luftgeschwindigkeiten vorherrschen, und dies liess sich auf diesem Wege nicht eruiren. Was

jedoch in diesen Zahlen hervortritt, ist eine gewisse Zunahme der Geschwindigkeit nach oben gegen die Decke (*c*). Diese Zunahme erfolgt, trotzdem der Querschnitt des Kanals (vgl. Fig. 1) gerade nach oben zu sich vergrössert, in Folge dessen sich eher eine Verminderung der Geschwindigkeit erwarten liesse. Es liesse sich nun denken, dass der der Luftströmung im Kanal entgegengesetzte Wasserstrom einen retardirenden Einfluss ausübt, was auch nicht vollständig abgewiesen werden kann, da ja die Luft am Wasser adhärirt und von demselben wenigstens in der unmittelbar dem Wasser anhaftenden Schichte mitgerissen wird, wodurch eine Verzögerung in der Bewegung der unteren Schichten ermöglicht werden kann.

Wir können an die Resultate dieses Versuches noch eine weitere Betrachtung knüpfen. An zwei Stellen (I. und III.) wurden Messungen zu verschiedenen Zeiten angestellt. Nun hatten in dieser Zeit die Versuchsbedingungen insofern eine Aenderung erlitten, als die äussere Temperatur in fortwährender Zunahme begriffen war und die Differenz zwischen der Temperatur der Kanalluft und der der äusseren Atmosphäre immer geringer wurde. Es ist deshalb zu untersuchen, ob sich dieses auch in unseren Beobachtungen ausprägt. Bei I., am Einsteigschacht, hat es fast den Anschein: die am Schluss des Versuches gefundenen Werthe für die Geschwindigkeit sind durchwegs niedriger als die zu Anfang gewonnenen; die Differenzen sind sogar nicht unbedeutend. Dies würde also dafür sprechen, dass die Differenz zwischen der Temperatur der Kanal- und atmosphärischen Luft die Luftströmungen im Kanal beeinflusst. Es kann dieser Einfluss dennoch nicht der einzig maassgebende sein. Schon bei III., der zweiten Stelle, an der zu verschiedenen Zeiten einer und derselben Begehung untersucht wurde, sehen wir, dass die Geschwindigkeit in den meisten Punkten des Querschnitts nicht bloss keine Abnahme, sondern fast überall (nur *c* ausgenommen) eine nicht unbeträchtliche Zunahme gefunden hat.

Mit dieser Thatsache geht eine andere Erscheinung einher. Die Aufeinanderfolge der Beobachtungen I—VI. in Tab. XIV ist, I. α) und III. β) ausgenommen, auch eine chronologische; die Begehung erfolgte vom unteren Kanalende nach aufwärts, so dass die

mit den höheren römischen Ziffern bezeichneten Punkte auch zu einer späteren Zeit zur Untersuchung kamen.

Die mit der fortschreitenden Untersuchung abnehmende Differenz zwischen der Temperatur der Kanalluft und der der atmosphärischen Luft hat nun keineswegs eine allgemeine Abnahme der Intensität in der Luftbewegung zur Folge, ja es überwiegt sogar eine Zunahme (besonders in V. *c*, V. *d* u. *e*, VI. *d* u. *e*). Es müssen also doch noch andere Factoren herbeigezogen werden, besonders gewisse Verhältnisse der mit den Kanälen communicirenden Häuser.

In Tab. XIII ist auch noch die Luftströmung in den Nebensielen notirt; es ist hierbei zu bemerken, dass das in Versuch VIII erwähnte, vom Brunnen her führende Siel diesmal die entgegengesetzte, absteigende Luftströmung aufzuweisen hatte, mit folgender Intensität (in Metern pro Secunde):

	a	*b*	*c*	*d*	*e* (vgl. Fig. 1)
zu Beginn des Versuchs 9h	0,30—0,37	0,37	0,5	0,65	0,48—0,53
am Ende „ „ 11½h	0,37—0,43	0,48	0,30		

X. Versuch, 13. Febr. 1882.

So wie in Versuch IX nahm auch hier die Temperaturdifferenz mit der Dauer des Versuches ab und war mit Schluss desselben, 11h, ca. 0° geworden.

Versuch X. Tabelle XV.

		Barometer	Temperatur		relative Feuchtigkeit	Richtung und Stärke des Windes
				Differenz zwischen Kanal- u. atmosph. Luft		
Col. 1		2	3	4	5	6
Atmosphäre . .	8h	725,0	—4,5	9	80	S1
	2h	725,2	+6,3	—1,8	34	0
Stammsiel . . .	.	.	+4,5	. . .	.	überall — (0—0,61 m)
Hausanschlüsse .	.	.	.	. . .	.	3 mal + 4 mal — 3 mal 0 (unt. 0,27) (bis 0,5)
Strasseneinläufe .	.	.	.	. . .	.	2 mal + 5 mal — (bis 0,51 m) (bis 0,72 m)

Auch in diesem Versuche schwankte die Intensität der Luftströmung im Kanal, mittels eines Anemometers nach Combes gemessen, sowohl in verschiedenen Strecken als auch an den verschiedenen Punkten eines und desselben Querschnittes; im Allgemeinen sind die Schwankungen jedoch nur geringfügig, z. B.

	a	*b*	*c* (vgl. Fig. 1)
I. am oberen Ende der begangenen Strecke, ca. 360 m oberhalb der Einsteigstelle	0,61	0,35	0,457
II. in der Mitte	0,465		0,497
III. an der Einsteigstelle	0,42	0,40	0

In Versuch VIII ist noch eines Strasseneinlaufs in einen Seitenkanal gedacht, in welchem ein sehr heftiges Einströmen der Luft in den Kanal erfolgte. In dem hier geschilderten Versuch betrug die mittlere Luftgeschwindigkeit 1,6 m.

Entsprechend der Tab. X, in welcher sämmtliche Versuche, die im Schlachthauskanal angestellt worden waren, zusammengestellt sind, ordnen wir auch diese Versuche auf S. 133 tabellarisch neben einander.

Es gibt diese Zusammenstellung auch nur wieder wesentlich negative Resultate bezüglich des Einflusses einzelner Factoren. In erster Linie können wir wieder den Einfluss der äusseren Windströmung ausschliessen. Der Verlauf des Kanals selbst ist kein einheitlicher: erst von NE nach SW verlaufend, schlägt er sodann eine ziemlich gerade von N nach S gehende Richtung ein, um schliesslich in die Richtung von E nach W überzugehen. Sodann sehen wir, dass bei annähernd gleichen Windströmungen (Versuch VII u. VIII) die Luftbewegungen im Kanal einander entgegengesetzt sein können.

Die Differenz zwischen äusserer und Kanaltemperatur lässt sich für diese Versuche auch nicht als ausschliessliche Triebkraft verwerthen; es ist dies bei der Discussion von Versuch IX ausführlich erörtert worden. Durch Vergleiche von Versuch VIII einerseits mit Versuch IX und X andererseits sehen wir ferner, dass dieselben Luftströmungen im Kanal herrschen, während die Temperaturdifferenzen sehr verschieden hohe sind, von 11,4° bis zu 0° schwanken, ja in einem Falle schliesslich eine Umkehrung stattfindet, indem die Aussenluft wärmer wird als die Kanalluft.

Tabelle XVI.

Versuche im Stammsiel der Amalien-Schelling-Ludwigsstrasse.

Versuch	Temperatur-differenz	Richtung und Stärke des Windes									Schwefel-wasserstoff-ausbreitung	
		im Freien	im Stammsiel		in den Hausanschlüssen		in den Strasseneinläufen		in den Seiteneingängen			
			+	−	+	−	+	−	+	−	+	−
VII	2,5 bis 2,3	SW_3-W_4	ausschliessl. (bis 0,41 m)	. . .	3 mal	8 mal	3 mal	4 mal	an der Sohle	an der Decke	150	90
VIII	11,4 bis 9,5	W_3-W_2	durch 2—3 Min.	fast ausschliessl.	4 mal (0,0 bis 0,264) (3 mal +)	4 mal (0,0 bis 1,38)	4 mal + (bis 0,74)	4 mal —	„	„	. . .	. . .
IX	8,8 bis 0	0-NE_3	. . .	ausschliessl. (bis 0,83 m)	6 mal (0,0 bis 0,58) (1 mal 0)	9 mal (bis 0,71)	8 mal (bis 0,65)	2 mal (bis 0,91)	„	„	. . .	. . .
X	9,0 bis −1,8	S_1-0	. . .	ausschliessl. (bis 0,61 m)	3 mal (unt. 0,27) (3 mal 0)	4 mal (bis 0,5)	2 mal (bis 0,51)	5 mal (bis 0,72)	„	„	. . .	. . .

Aus dieser Versuchsreihe liesse sich auch noch ein Einfluss des strömenden Wassers auf die Luftbewegung erschliessen und zwar in Versuch VII, wo ein abnorm hoher Stand des Kanalwassers eingetreten war. Es ist dies der einzige Versuch, bei welchem in diesem Sielstrang ein constantes Abwärtsströmen der Kanalluft wahrzunehmen war, für welches, wie eben auseinandergesetzt, die Temperaturdifferenz allein als Erklärungsgrund nicht hinreicht. Bei dem hohen Wasserstande treten dagegen als günstige Momente für den Einfluss auf die Luftbewegung folgende Umstände ein. Die Fläche, auf der eine Berührung von Wasser und Luft stattfindet, wird grösser; ferner ist bei der grossen Wassermasse die Geschwindigkeit, mit der das Wasser den Kanal durchströmt, und die sich ja den aufruhenden Luftschichten mittheilt, eine grössere. Sodann wird aber in dem Maasse, als das Wasser steigt, der von der Luft erfüllte Raum kleiner, die ganze Luftmasse, die zu bewegen ist, ist eine geringere.

Auch in der Discussion des Versuchs IX haben wir angedeutet, dass vielleicht auch in diesem Falle der Einfluss des Wasserstromes es verursachen konnte, dass fast constant in den höheren Schichten eine, dem Wasserstrom entgegengesetzte, grössere Luftgeschwindigkeit herrschte als in den unteren, am Wasser befindlichen Schichten, wo die durch die Bewegung des Wassers veranlasste Mitbewegung der Luft wenigstens eine Verzögerung herbeiführen konnte.

Wir haben bei diesen Versuchen vorwiegend auf die Strömung im Siele selbst geachtet; es dürfte aber zweckmässig sein, auch den Communicationen mit der Aussenluft und den Häusern ein Augenmerk zuzuwenden und zu untersuchen, wie ein und dieselbe Ausmündung sei es eines Hausanschlusses, sei es eines Strasseneinlaufs an den verschiedenen Versuchstagen sich verhielt. Indem wir wieder die alte Bezeichnung + und — für die Richtung der Strömung wählen, erhalten wir folgende zwei Zusammenstellungen auf Tab. XVII und Tab. XVIII.

Tabelle XVII.

Versuch	VII	VIII	IX a[1]	IX b	X
Temperaturdifferenz . .	2,5 bis 2,3	11,4 bis 9,5	8,5 bis 2,5	8,8 bis 0	9 bis —1,8
Temperatur der Kanalluft	+ 5	+ 6,7	+ 6	+ 6,5	+ 4,5
Col. 1	2	3	4	5	6
Hausanschluss Nr. I . .	—	—	—	—	+
II . .	—	—	—	—	+
III . .	—	—	—	—	+
IV . .	0	—	—	0	. . .
V . .	+	+	. . .	+	0
VI . .	—	±	+	—	0
VII . .	. . .	+	. . .	—	—
VIII . .	+	. . .	. . .	. . .	. . .
IX . .	+	+	—	—	0
X . .	—	+	—	+	—
XI . .	—	±	+	+	—
XII . .	—	—	—	—	. . .
XIII . .	—	—	+	+	—
XIV . .	. . .	. . .	. . .	—	. . .
XV . .	. . .	. . .	. . .	. . .	+

Eine Constanz in den Strömungsrichtungen ist nicht vorhanden; jene Communicationen, die in allen vier resp. fünf Untersuchungen geprüft wurden (8), geben wechselnde Resultate. Die Ursachen hiervon können in verschiedenen Verhältnissen gelegen sein. Wir werden sie weniger in der Temperatur der Kanalluft oder in der äusseren Lufttemperatur und der Differenz beider zu suchen haben, als vielmehr in den Verhältnissen im Hause selbst, in der Lage der Abtritte, ihrer Ventilation, den Abtrittröhren, den Verschlüssen etc. Auch in den Strasseneinläufen tritt eine Beeinflussung durch die äusseren Verhältnisse nicht deutlich hervor, wie aus Tab. XVIII (auf S. 136) ersichtlich ist.

Wir haben hier ebenfalls wechselnde Befunde, je nach den verschiedenen Versuchstagen, ohne dass sich directe Beziehungen zu den Temperaturverhältnissen der äusseren Luft finden liessen.

1) Bei diesem nicht gesondert besprochenen Versuche wurde nur eingegangen, um die Reaction von Bleipapieren auf etwaige spontane Schwefelwasserstoffentwickelung zu constatiren (der Erfolg war ein negativer). Die Luftströmung im Stammsiel war an diesem Tage constant nach aufwärts gerichtet.

Tabelle XVIII.

Versuch	VII	VIII	IX	X
Temperaturdifferenz . . .	2,5 bis 2,3	11,4 bis 9,5	8,8 bis 0	9 bis —1,8
Temperatur der Kanalluft .	+ 5	+ 6,7	+ 6,5	+ 4,5
Col. 1	2	3	4	5
Strasseneinlauf Nr. I . .	—	+	+ 0,458	—
II . .	—	. . .	+ 0,53	+
III . .	+	—	— 0,15	—
IV . .	. . .	. . .	—	. . .
V . .	+	. . .	+ 0,65 —0,9	— 0,51
VI . .	—	. . .	+	— 0,51
VII . .	+	+ 0,55	0	. . .
VIII . .	—	+ 0,264	—	. . .
IX . .	. . .	—	+ 0,15	— 0,62
X . .	. . .	—	+ 0,21	— 0,72

Vielleicht liegt dies jedoch an den im Ganzen für die Entscheidung der Frage ungünstigen Temperaturverhältnissen der Atmosphäre, insofern bei nicht genug niedrigen Temperaturen experimentirt werden musste und auch die Schwankungen innerhalb eines Versuchs bedeutende waren.

Im Vergleich zu den in der Sommerzeit von Dr. Rózsahegyi angestellten Versuchen ist hervorzuheben, dass bezüglich der Hausanschlüsse und Strasseneinläufe analoge Verhältnisse constatirt wurden, insofern als sich beide Strömungsrichtungen vertreten fanden, allerdings mit Ueberwiegen des Einströmens gegen die Häuser. Die allgemeine Luftströmung im Kanal selbst zeigte dagegen nur in einem Falle (Versuch VII) Uebereinstimmung.

III. Gruppe. Untersuchungen im Nebensiel der Findling- bis Landwehrstrasse.

Die zur Untersuchung herbeigezogene Kanalstrecke, die, im Gegensatze zur früheren, im oberen Theil des Sielnetzes der Max-Ludwigsvorstadt sich befindet, hat eine Länge von 550^{m}. Das Gefälle beträgt in der Findlingstrasse 1 : 1000, in der Schillerstrasse bis zur Landwehrstrasse 1 : 520. Die Profile sind $1,5 \times 0,84$ und $1,47 \times 0,82$. Der Verlauf des Kanals ist anfänglich (Findlingstrasse) von Ost nach West, später (Schillerstrasse) von Süd nach Nord gerichtet.

Da hier nur zwei Versuche angestellt worden waren, so wollen wir dieselben sofort gemeinsam in eine Tabelle gruppiren; wir sind hierdurch, indem wir immer die gleichen Localitäten mit den dazu gehörigen Befunden neben einander stellen, in den Stand gesetzt, sofort Vergleiche anzustellen.

Die allgemeinen meteorologischen Verhältnisse waren in diesen beiden Versuchen folgende:

Tabelle XIX.

		Barometer	Temperatur	relative Feuchtigkeit	Richtung und Stärke des Windes	Temperatur der Kanalluft	Temperatur-differenz zwischen Kanal- und atmosph. Luft
Col. 1		2	3	4	5	6	7
Versuch XI 17. März 1881	8h	726,5	— 1,1	48	W_1	4,5	5,6
	2h	726,1	+ 8,1	20	W_1		— 3,6
Versuch XII 18. März 1882	8h	717,2	+ 0,1	89	E_1	5,5	5,4
	2h	717,2	+ 2,9	79	N_3		2,6

In der folgenden Tab. XX sind neben der Strömungsrichtung der Kanalluft auch die Luftgeschwindigkeiten in Metern pro Secunde verzeichnet, soweit sie gemessen wurden. Die Messung geschah hier mittels eines Recknagel'schen statischen Anemometers, und sind deshalb diese Geschwindigkeiten nicht als mittlere Geschwindigkeiten, sondern meist als Maxima anzusehen (vgl. S. 129). (Häufig findet sich auch in der Klammer eine 0 beigegeben; sie bedeutet, dass während des Versuchs zeitweilig die Luftströmung eine so schwache gewesen, dass sie an dem Anemometer keinen Ausschlag hervorbrachte.)

In Versuch XI sehen wir zunächst, dass die Luftströmungen im Kanal selbst diesmal recht inconstante Befunde geben: bald überwiegt das Aufwärtsströmen der Kanalluft, bald die entgegengesetzte Bewegung; und dabei ist nicht etwa der einzige Grund darin zu suchen, dass die Temperaturdifferenz während des Versuches allmählich abnimmt und gegen das Ende desselben sich sogar umkehrt, indem die äussere Luft wärmer wird als die Kanalluft; denn wir finden am Anfang und Ende des Versuchs gleiche Strömungsrichtungen (Nr. 1, 3 u. 43). Auch tritt wiederholt die Erscheinung zu Tage, dass an der Oberfläche des Wassers die Luft eine der Bewegung des Wassers entgegengesetzte Richtung besitzt. Allerdings führte der Kanal an diesem Tage eine höchst geringe Wasser-

Versuch XI u. XII. Tabelle XX.

Nr.	Distanz in Metern von der Einsteigstelle abwärts	Richtung und Stärke des Luftstroms						Bemerkungen
		im Kanal		in den Hausanschlüssen		in den Strasseneinlässen		
		Versuch XI	Versuch XII	Versuch XI	Versuch XII	Versuch XI	Versuch XII	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1*	. . .	in a — bis 0,2	a —	. . .	. . .	. . .	. . .	*Diese Beobachtung wurde in dem
		in c — bis 0,2	c —	. . .	. . .	. . .	. . .	noch oberhalb der Einsteigstelle
2	0	. . .	+ bis 0,5	. . .	. . .	. . .	. . .	befindlichen Kanaltheil angestellt.
3	3	— 0,21	. . .	—* (+) 0,48	+ 0,48	. . .	+ 0,83	*Die Richtung wechselt häufig und
4	4	. . .	. . .	. . .	. . .	— 0,48	+ 1,29	oft plötzlich.
5	25	. . .	. . .	. . .	. . .	— 0,53	+ 0,53	
6	33	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	
7	52	— unt. 0,15	. . .	. . .	. . .	+ 0,43	— 0,83 (0)*	*Häufige Schwankungen in Richtung
8	63	in a — „ 0,15	. . .	— 0,37	+ über 1,29	. . .	+*(—) 0,83 (0)	und Stärke des Luftstroms.
		in c + „ 0,15	. . .	. . .	. . .	+ 0,53	. . .	
9	69	. . .	. . .	. . .	. . .	+ 0,53	+ bis über 1,29	
10	93	in a — bis 0,30	. . .	. . .	. . .	+*0,93 — 0,53	. . .	*Häufiges und oft plötzliches
		in c + bis 0,26	. . .	. . .	. . .	. . .	+**(—) 0,74 (0)	Wechseln der Luftströmung.
11	116	. . .	. . .	. . .	. . .	— 0,83	. . .	** Häufiges Wechseln der Luft-
12	123	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	strömung nach Richtung und In-
13	138	. . .	. . .	. . .	. . .	+ 0,74	+ 0,91	tensität.
14	168	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	
15	180	. . .	. . .	. . .	. . .	— 0,83	+ 0,74	
16	206	. . .	a + unt. 0,15	. . .	. . .	+ 0,65	+(—) 0,30	
		. . .	b + bis 0,37	. . .	. . .	. . .	. . .	
		. . .	c + bis 0,48	. . .	. . .	. . .	. . .	
17	236	in a — 0,21	. . .	. . .	. . .	+ unt. 0,15	— unt. 0,15	
		in b — 0,0	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	
		in c + 0,21	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	
18	240	. . .	a + 0,30	+ 0,26	. . .	+ 0,30	+ 0,65	
		. . .	b + 0,65	. . .	. . .	. . .	. . .	
		. . .	c + 0,61	. . .	. . .	. . .	. . .	
		. . .	d + 0,51	. . .	. . .	. . .	. . .	
19	246	. . .	. . .	. . .	. . .	+ 0,21	+ 0,65	
20	254	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	
21	256	. . .	. . .	— 0,46	— 0,43	. . .	. . .	
22	259	. . .	. . .	— 0,21	0,0	. . .	. . .	

23	278	. . .	. . .	— 0,15	— 0,21	. . .	. . .	
24	292	in *a* — unt. 0,15 in *c* + „ „	. . .	. . .	. . .	*{+ 0,48 + 0,21	*{— 0,37 — 0,43 (0)	*Die beiden Röhren münden einander gegenüber.
25	318	. . .	. . .	. . .	— 0,?1	. . .	. . .	
26	328	. . .	. . .	. . .	— 0,21	. . .	. . .	
27	341	. . .	. . .	. . .	+ 0,43	. . .	. . .	
28	344	+ 0,5	+	. . .	. . .	*{— 0,77 — 0,74	*{+ 0,47 + 0,53	*Die beiden Röhren münden einander gegenüber.
29	348	. . .	. . .	— 0,19	— 0,37	. . .	. . .	
30	352	. . .	. . .	0,0	+ 0,21	. . .	. . .	
31	357	. . .	. . .	— unt. 0,15	+ 0,53	. . .	. . .	
32	368	. . .	. . .	— „ 0,15	— 0,21	. . .	. . .	
33	372	. . .	. . .	— „ 0,15	— 0,21	. . .	. . .	
34	375	. . .	. . .	— „ 0,15	0,0	. . .	— 0,37	
35	378	+ 0,37	. . .	+ „ 0,15	. . .	. . .	. . .	
36		. . .	. . .	+ „ 0,15	— 0,27	. . .	. . .	
37		— unt. 0,15	. . .	+ „ 0,15	+ 0,53	. . .	. . .	
38		. . .	. . .	+ 0,21	+ 0,60	. . .	. . .	
39	408	. . .	. . .	— 0,53	— 0,21	. . .	. . .	
40		. . .	. . .	— 0,83	— 0,15	. . .	. . .	
41		. . .	. . .	— 0,37	+ 0,21	. . .	. . .	
42		— 0,83**	. . .	. . .	. . .	*{— über 1,29	{— 0,30	*Die beiden Röhren münden einander gegenüber.
43	440	*a* — 0,30	*a* +	. . .	. . .	— „ 1,29	— . .	**Diese Stelle befindet sich unmittelbar unterhalb der beiden Strasseneinläufe (Col. 7 u. 8).
		b — 0,37	*c* —	. . .	. . .	. . .	. . .	
		c — 0,43	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	
		d — 0,37	. . .	. .	. . .	. . .	. . .	
44	Seitenkanal	*a* + unt. 0,15	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	
		b + 0,21	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	
		c + 0,21	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	
				12 mal — (bis 0,83) 5 mal + (bis 0,26) 1 mal ± 1 mal 0	10 mal — (bis 0,43) 8 mal + (bis über 1,29) 2 mal 0 . . .	8 mal — (bis über 1,29) 10 mal + (bis 0,74) 1 mal ± . . .	7 mal — (bis 0,83) 10 mal + (bis über 1,29) 3 mal ± . . .	

menge, ca. 10^{cm} Höhe, und war dem entsprechend auch die Geschwindigkeit, mit der es sich bewegte, eine minimale.

Dieser Wechsel in der Richtung der Luftströmung innerhalb eines und desselben Sielstranges und noch dazu auf relativ kurze Entfernungen führt uns unwillkürlich zu der Erwägung, dass wir uns bei der Würdigung der physikalischen Verhältnisse der Kanalluft den Kanalstrang keineswegs als ein streng abgeschlossenes, continuirliches Ganze denken dürfen. Der Sielstrang erleidet im Gegentheil ausserordentlich zahlreiche Unterbrechungen durch die vielen Haus- und Strassencommunicationen, die Nebensiele, Seitenkanäle, Einsteigschachte etc., und wir werden in gewissen Fällen weit eher zu einem Verständniss der Strömungsverhältnisse gelangen, wenn wir uns den Kanalstrang in so und so viele Abschnitte zerlegt denken, als deren Anfänge resp. Enden gerade diese Haus- und Strassencommunicationen, Ventilationsöffnungen etc. aufgefasst werden müssen. So wird z. B. der relativ stark aufsteigende Luftstrom im Kanal bei Nr. 42 (0,83^{m} p. Sec.) leicht verständlich, wenn wir die Richtung und Stärke des Luftstroms in den beiden Strasseneinläufen (Col. 7), die sich unmittelbar oberhalb dieser Stelle befinden, damit vergleichen (über 1,29^{m} p. Sec.). Es darf dabei nicht befremden, dass sich in diesem Versuche nicht gleichzeitig auch so deutlich eine Stelle herausheben lässt, wo die Luft mit ähnlicher Intensität in den Kanal einströmt. Die Luftströmungen wechselten ja sowohl nach Richtung und Intensität, und die Untersuchungen sind ja nicht Simultanuntersuchungen, sondern in zeitlicher Reihenfolge hinter einander angeordnet. Es ist leicht möglich, dass diese Luftströmung unter Nr. 42 nur eine vorübergehende gewesen, dass also in der dieser Beobachtung vorangehenden Zeit, in welche die anderen Bestimmungen fallen, andere Verhältnisse obwalteten; vielleicht vertheilte sich auch die einströmende Luft auf viele Oeffnungen.

In Versuch XII bewahrt die Luftströmung im Kanal selbst einen mehr gleichartigen Charakter; während jedoch im vorhergehenden Versuche die Richtung überwiegend noch eine aufsteigende gewesen, ist sie hier eine ziemlich constant absteigende, also jene Richtung, die in den Versuchen der Sommerperiode überwog; und doch liess sich dieses Verhalten auf die durch die Jahreszeit

hervorgebrachten Aenderungen nicht zurückführen, da ja sonst das umgekehrte Verhalten zu erwarten wäre. In Versuch XI sind die begleitenden Umstände denen der Sommerperiode viel analoger, da ja hier die äussere Temperatur schliesslich die der Kanalluft übertrifft; in Versuch XII dagegen bleibt die äussere Temperatur unter der der Kanalluft. Wir sollten demnach, wollten wir aus diesen veränderten äusseren Verhältnissen allein einen Schluss ziehen, ein entgegengesetztes Resultat erhalten.

Wir könnten in diesem Falle noch an einen Einfluss des äusseren Windes denken. Der erste Theil des Sieles (Findlingstrasse) verläuft von Ost nach West, die Luftströmung in demselben war in Versuch XI dem Verlaufe des Sieles entgegengesetzt, also von West nach Ost, sowie auch die äussere Luftströmung; doch war die Stärke des äusseren Windes eine so geringe (1 = schwach, bis zu 3^{m}), dass ein nennenswerther Einfluss nicht anzunehmen ist; zudem verläuft ja der übrige Theil des Siels in der Richtung von Süd nach Nord. Dieselben Einwendungen lassen sich auch bei Versuch XII erheben.

Wenn wir schliesslich noch die Col. 5—6 und 7—8 der Tab. XX ins Auge fassen, so sehen wir, wie verschiedenartig das Verhalten in Haus- und Strassencommunicationen ist, ohne dass sich eine irgend bestimmte Gesetzmässigkeit ableiten liesse; abgesehen davon, dass in einem und demselben Versuche die einzelnen Communicationen verschiedenartig sich verhalten, fehlt auch die Uebereinstimmung in den Strömungsrichtungen bei zwei unter annähernd gleichen Verhältnissen veranstalteten Versuchen. Von 17 Hausanschlüssen hatten nur 9 in beiden Versuchen gleiche Strömungsrichtung und von 16 Strasseneinlässen nur 7.

IV. Gruppe. Untersuchungen im Krankenhauskanal.

Diese Untersuchungen betreffen einen Kanal, der keineswegs mehr den Anforderungen entspricht, die nach unseren Principien an einen solchen gestellt werden müssen; er gehört vielmehr noch jener Kategorie alter, mangelhafter Kanäle an, die in der I. Abhandlung [1]) charakterisirt wurde; doch da derselbe derartige Dimensionen be-

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 17 S. 374.

sitzt, dass er begangen werden konnte, so schien es erwünscht, ihn in das Bereich der Untersuchung zu ziehen, gewissermassen als ein Beispiel.

Der Kanal besteht bei seinem Anfang aus drei Strängen, wovon der eine Strang in der Mitte, vom Klosterhofe des Krankenhauses angefangen, durch das Kloster und Krankenhaus hindurch bis vor dasselbe geht; die beiden anderen Stränge laufen rechts und links, dem Krankenhause entlang und vereinigen sich vor dem Portale desselben mit dem ersten in einen einzigen Kanal, mit der Richtung von West nach Ost. Dieser Hauptkanal hat eine Länge von ungefähr 300^{m} und ein Gefälle von 1 : 63. Sein Profil ist 1,64 $\times$ 0,79^{m}. Derselbe mündet am Sendlingerthorplatz in den Schlachthauskanal. Seine Sohle ist flach muldenförmig (nicht eiförmig) und gepflastert; die Wände parallel, die Spülung mangelhaft. Specialbauten kommen in dieser Kanalstrecke nicht vor. Als Hausanschlüsse sind zu verzeichnen, ausser dem Krankenhaus und Kloster, das Oberarztgebäude, das Klinische Institut und das Directorialgebäude — alle am oberen Ende des Kanals gelegen. Hervorzuheben ist, mit Rücksicht auf die folgenden Untersuchungen, dass in jedem der beiden Höfe des Krankenhauses, wo der Kanal seinen Ursprung nimmt, Einsteigöffnungen sich befinden, die jedoch nicht, wie an den sonstigen Kanälen, mit Eisenplatten geschlossen sind, sondern nur von den bekannten Eisengittern bedeckt werden, so dass vollständig freie Communication zwischen der Luft des Kanals und der der Krankenhaushöfe hergestellt ist.

Als wesentlichster Grund für die Untersuchung dieses Kanals galt mir der Umstand, dass bei den früheren, im Schlachthauskanal (in welchen der Krankenhauskanal mündet) angestellten Versuchen der Krankenhauskanal stets eine allenthalben und stark aufsteigende Luftströmung erkennen liess. So in Versuch I, II, III, IV. Bei Versuch II wurde die Intensität mit 0,37—0,55 gemessen (Temperaturdifferenz 9,2—10,9^{0}), bei Versuch IV mit 0,83 (Temperaturdifferenz 10—9,3^{0}).

Indem wir diese Versuche abermals neben einander zusammengefasst zur Darstellung bringen, geben wir vorerst eine Uebersicht über die an den vier Versuchstagen beobachteten meteorologischen Daten.

Tabelle XXI.

	Barometer	Temperatur	relative Feuchtigkeit	Wind	Temperatur der Kanalluft	Differenz zwischen Kanal- und atmosph. Luft
Col. 1	2	3	4	5	6	7
Versuch XIII 8h	703,6	— 4,3	95	W_1	+ 5	9,3
28. Jan. 1881 2h	701,1	+ 7,3	75	SW_1		— 2,3
Versuch XIV 8h	703,6	+ 3,1	70	SW_1	+ 5,5	2,4
29. Jan. 1881 2h	703,8	+ 7,9	58	W_2		— 2,4
Versuch XV 8h	726,2	+ 0,5	92	NE_1	+ 6	5,5
31. Jan. 1882 2h	729,1	+ 1,3	78	NE_4		4,7
Versuch XVI 8h	730,2	— 8,9	94	0	+ 5,6	14,5
3. Febr. 1882 2h	729,0	— 3,1	79	NE_1		8,7

Bevor wir nun an die Darlegung der Ergebnisse aus Versuch XIII—XVI gehen, müssen wir einige Worte voranschicken über einige besondere Cautelen, die hier zur Anwendung gebracht wurden. Wie schon oben erwähnt, befand sich am Anfang des Krankenhauskanals in den beiden Krankenhaushöfen je ein Schacht, der aus dem Kanal ins Freie führte, der aber nicht, wie sonst, mit einem soliden, metallenen Deckel verschlossen war, sondern nur mit einem Eisengitter mit grossen Oeffnungen, so dass eine ziemlich unbehinderte Communication zwischen Kanal und Hof bestand. Die Wahrnehmungen, die bei verschiedenen Anlässen gemacht wurden, führten dazu, diesen Oeffnungen einen gewissen Einfluss auf die Strömungsverhältnisse der Luft zuzuerkennen, und um nun die Verhältnisse denen der anderen untersuchten Kanäle analog zu gestalten, um ferner den Einfluss einer solchen freien Communication experimentell zu prüfen, wurden die Versuche im Kanal auch bei möglichst dichtem Verschluss dieser Oeffnungen vorgenommen, der auf künstliche Weise durch Decken, Bretter etc. hergestellt wurde.

Wir müssen aus raum-ökonomischen Gründen diesmal die Befunde am Kanal selbst von den an den Communicationsöffnungen gewonnenen trennen, und erhalten folgende Tabellen.

Die Bezeichnungen *a* bis *e* der Tab. XXII beziehen sich wieder auf die in Fig. 1 ersichtlich gemachten, verschiedenen Punkte des Querschnitts. Die Zahlen

Versuch XIII—XVI. **Tabelle XXII.**

	Richtung und Stärke des Luftstroms im Krankenhauskanal							
	Versuch XIII	Versuch XIV		Versuch XV		Versuch XVI		Bemerkungen
	Temperaturdifferenz 9,3 bis — 2,3	Temperaturdifferenz 2,4 bis — 2,4		Temperaturdifferenz 5,5 bis 4,7		Temperaturdifferenz 14,5 bis 8,7		
	Gitter offen	a) Gitter offen	b) Gitter gedeckt	a) Gitter gedeckt	b) Gitter offen	a) Gitter gedeckt	b) Gitter offen	
Col. 1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Ausmündung in d. Schlachthauskanal	*a* — 0,352 *b* — 0,672 *c* — 0,52 *d* — 0,60	. . . .	*a* + unt. 0,15 *b* + 0,360 *c* + 0,424 . . .	. . . .	*a* — 0,83 *b* — 1,18 *c* — 0,93 *d* — über 1,29	. . . .	. . . .	
2. 50 m vor dem Krankenhaus	. . .	—	+	. . .	*e* — 0,93	. . .	. . .	
3. am Einsteigschacht vor dem Krankenhaus	*a* — 0,32 *b* — 0,19 *c* 0	. . . .	*a* — unt 0,15 *b* + „ 0,15 . . .	— unt. 0,15	— *a* 0,74 *b* 0,83 *c* 0,93	— fast 0	— stark	
4. 50 m oberhalb	— 0,30	*a* — 0,344 *b* — 0,32 *c* — 0,22	— unt. 0,15	. . . .	. . . .	— sehr schwach	— stark	
5. oberes Ende des Kanals	. . . . . .	*b* — 0,464 *c* — 0,392	(— 0,520*) unt. 0,15 . . .	— unt. 0,15 . . .	. . . . . .	— sehr schwach . . .	— stark . . .	* nachdem das erste Gitter bereits gedeckt, das zweite jedoch noch offen gelassen worden war.

geben die Geschwindigkeiten an in Metern pro Secunde, und zwar wurden dieselben in Versuch XIII und XIV mittels eines Anemometers nach Combes, in Versuch XV mittels eines statischen Anemometers nach Recknagel bestimmt. In Versuch XVI wurde das Anemometer zu Beginn des Versuches defect, so dass die Bestimmung der Intensität der Luftströmung nur annähernd durch die Bewegung des mittels Lunten entwickelten Rauchs und durch die Kerzenablenkung geschätzt werden konnte.

In diesen vier resp. sieben Versuchen finden wir eine ziemliche Uebereinstimmung in der Richtung des Luftstroms. Ueberall ist ein aufsteigender Luftstrom vorhanden, bis auf Versuch XIV b). Aber dieser aufsteigende Luftstrom steht wesentlich unter dem Einflusse der beiden Oeffnungen in den Krankenhaushöfen. Durch Verschluss dieser beiden Oeffnungen erleidet die Stärke, und selbst die Richtung des Luftstroms nicht unwesentliche Aenderungen.

Versuch XIV wurde zuerst bei offenen Gittern vorgenommen. Im Kanal herrschte damals eine deutlich messbare, bis 0,5 ^{m} pro Secunde zählende Geschwindigkeit (Col. 4). Nun wurde zuerst das erste Gitter gedeckt; die Folge davon spricht sich in dem Befunde bei 5 (Col. 5) aus, indem die Geschwindigkeit, mit der die Luft zum zweiten Gitter hinausströmt, noch vergrössert wird. Nun wurde auch das zweite Gitter gedeckt; darauf sinkt die Luftbewegung im Kanal, das Anemometer gibt an Stellen, in denen die Luftgeschwindigkeit von 0,20 bis 0,52 variirt hatte, keinen Ausschlag mehr, es scheint sogar in dem unteren Theile des Kanals die Luftströmung sich vollständig umzukehren.

Ganz analog stellen sich diese Verhältnisse auch in Versuch XV und XVI dar. Hier wurde zuerst bei geschlossenen, gedeckten Gittern experimentirt. Es war zwar eine aufsteigende Luftströmung vorhanden, aber allenthalben nur sehr schwach, anemometrisch nicht bestimmbar, sowie jedoch die beiden Oeffnungen wieder frei gemacht wurden, trat sofort eine Steigerung, stellenweise sogar eine recht bedeutende, ein.

Es ist vielleicht von Interesse, diese Befunde mit den bei den Entwässerungsröhren gemachten Befunden (Tab. XXIII auf S. 146) zusammenzuhalten und eventuell zu vergleichen. Es gelten für diese Tabelle bezüglich der Zahlen und Untersuchungen etc. die bei Tab. XXII angeführten Bemerkungen; für rechts und links sind die Abkürzungen R und L gebraucht worden.

Versuch XIII—XVI. Tabelle XXIII.

	Richtung und Stärke des Luftstroms in den Hausanschlüssen des Krankenhauskanals								Bemerkungen
	Versuch XIII	Versuch XIV			Versuch XV		Versuch XVI		
	Gitter offen	a) Gitter offen	b) Gitter gedeckt	c) Gitter wieder offen	a) Gitter gedeckt	b) Gitter offen	a) Gitter gedeckt	b) Gitter offen	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	L —0,76	L + unt. 0,15	L — unt. 0,15	. . .	L —0,68	L —über 1,29	L + sehr stark	L — stark	
2	R —0,35	R + „ 0,15	R — „ 0,15	. . .	R —0,65	R —0,74	R + stark	R — schwach	
3	L — unt. 0,15	L — unt. 0,15	L — unt. 0,15	L —	L —0,43	L —0,37	L — sehr schwach	L — sehr schwach	
4	R — „ 0,15	R — „ 0,15	R — „ 0,15	R —	R —0,37	R —0,30	R — „ „	R — „ „	
5	L* + 0,24	L —0,52	L + 0,66	L +	L —1,12	L —über 1,29	L — schwach	L — schwach	*starkes Ausströmen von Wasser
6	R —0,36	R + unt. 0,15	R + unt. 0,15	R —	R —0,37	R —0,65	R — „	R — „	
7	L — unt. 0,15	L — unt. 0,15	L — unt. 0,15	L —	L —0,37	L —0,37	L — sehr schwach	L — schwach	
8	R — „ 0,15	R — „ 0,15	R + „ 0,15	R —	R — unt. 0,15	R —0,30	R — „ „	R — „	
9	L* + unt. 0,15	L —0,76	L —0,768	L —	L —über 1,29	L + unt. 0,15	L — schwach	. . .	* dsgl.
10	R* — „ 0,15	R + unt. 0,15	R + unt. 0,15	R —	R* + unt. 0,15	R* + 0,74	R* — „	. . .	* dsgl.
11	L* —0,45	L — unt. 0,15	L — unt. 0,15	L —	L* —0,37	L —0,37	L* — schwach	. . .	* dsgl.
12	R* —0,22	R — „ 0,15	R —0,688	R —	R 0	R + 0,37	R — „	. . .	* dsgl.
13	R —0,416	R —0,61	R —0,336	R —	R* + unt. 0,15	R + 0,30	R — schwach	. . .	* dsgl.
	11 —, 2 +	9 —, 4 +	9 —, 4 +	10 —, 1 +	10 —, 2 +, 10	9 —, 4 +	11 —, 2 +	8 —	

Es sind im Ganzen 13 Communicationen mit dem Hause, an denen 97 Beobachtungen gemacht wurden. Bei diesen war 77 mal ein Einströmen der Luft ins Haus, 19 mal das Umgekehrte zu constatiren, 1 mal war Windstille; trotz des so grossen Ueberwiegens der gegen das Haus hin gerichteten Luftbewegung war jedoch nur bei 4 Oeffnungen (3, 4, 7, 11) mit 31 Beobachtungen eine Constanz insofern wahrzunehmen, als diese Luftströmung in allen Versuchen vorhanden war; bei den übrigen 9 Oeffnungen wechselten die Strömungen je nach den einzelnen Versuchen. Es lag nun nahe anzunehmen, dass, wenn durch Verschluss der beiden Gitteröffnungen im Hofe dem Ausströmen der Luft aus dem Kanal ein gewisses Hinderniss entgegengestellt worden ist, nunmehr in den Hausleitungen eine stärkere Luftbewegung gegen das Haus sich geltend machen würde.

Wenn sich auch in einzelnen Versuchen gewisse Andeutungen hierfür finden (Versuch XIV 12, Versuch XV 9, Versuch XVI 1 u. 2), so ist doch in der Mehrzahl der Fälle keine derartige directe Wirkung zu beobachten, ja in einzelnen Versuchen (besonders Versuch XV) könnte man sogar zu entgegengesetzten Schlussfolgerungen gelangen. Auch wird ja im Kanal die Luftgeschwindigkeit durch Verschluss der Gitteröffnungen deutlich herabgesetzt, was ebenfalls gegen ein vicarirendes Eintreten der Hausöffnung spricht.

Ich habe auch untersucht, ob bei diesem überwiegenden Einströmen von Kanalluft in die Hausentwässerungsröhren das Eindringen von Kanalgasen in die Räume des Krankenhauses erfolgen könne. Zu diesem Zwecke wurden an 36 Stellen im Krankenhause, und zwar über den Ausgüssen und in den Aborten, Bleipapiere aufgehängt und sodann im Kanal unmittelbar unter dem Krankenhause Schwefelwasserstoff (aus 1^{kg} Schwefeleisen) entwickelt. Trotzdem nun dieser im Kanal in der That nach aufwärts verbreitet wurde, wie sich an den beiden Kanalgittern, am Kanalende im Hofe nachweisen liess, wurde im Krankenhaus selbst nicht ein Papier geschwärzt. Man muss eben bedenken, dass die Ausgüsse, Closets etc. mit Wasserverschlüssen, Syphons, versehen sind, und dass das Abtrittrohr über Dach geführt ist.

Wir haben noch zu erklären, warum in diesem Kanal eine so constant aufsteigende Luftströmung sich vorfand. Die Ursache

liegt zum grossen Theil in den eigenthümlichen Verhältnissen des Krankenhauskanals selbst. Derselbe ist, im Gegensatze zu den anderen von uns untersuchten Kanälen, in einem gewissen Grade als ein einheitliches Ganze zu betrachten; denn wie auch aus der zu Anfang gelieferten Beschreibung hervorgeht, läuft er so ziemlich direct auf das Krankenhaus zu, ohne durch Strasseneinläufe, Hausanschlüsse etc. unterbrochen zu werden. Wir haben also ein ziemlich geschlossenes Rohr vor uns, an dessen oberem Ende sich das Krankenhaus befindet, das nun wie ein mehrfacher Schlot aufgesetzt erscheint. Die beiden Gitteröffnungen befinden sich in dem rings von Gebäuden eingeschlossenen Höfen, sie führen also ebenfalls in eine Art grossen Schlot, dessen Wände von dem Krankenhausgebäude gebildet werden, und so erklärt sich sowohl das Vorherrschen, die Constanz des aufsteigenden Luftstroms als auch die oft nicht unbedeutende Intensität desselben, ebenso aber auch die Herabminderung, wenn man wenigstens einen Theil dieser Schlotöffnungen durch Verschluss der Gitteröffnungen ausser Action setzt. Auch noch aus einem anderen Versuche geht hervor, wie sehr ein solcher direct oder indirect in den Kanal führender Schacht das Ausströmen der Luft begünstigt. In Versuch II S. 113 ist geschildert, wie bei Aufhebung des Deckels vom Einsteigschacht das daselbst angesammelte Schwefelwasserstoffgas wie aus einem Schlote dem Hinabsteigenden entgegenströmte.

Wir müssen, für den Winter wenigstens, den Hausanschlüssen bezüglich ihres Einflusses auf die Richtung des Luftstromes in den Kanälen eine gewisse Rolle zugestehen und uns dabei vor Augen halten, in welchem Theile eines untersuchten Kanals die grössere Anzahl der Hausanschlüsse vorhanden ist. Ist z. B. wie im Krankenhauskanal, aber auch im Kanal der Amalien-—Ludwigstrasse, die grössere Anzahl der Hausanschlüsse in dem oberen Theile des Kanalstranges, so wird es leichter zu einem aufsteigenden Strom im Kanal kommen als im entgegengesetzten Falle. Dabei sind freilich die Verhältnisse im Hause selbst zu berücksichtigen: ob in den Abortlocalen und speciell in der Abtrittröhre, etwa durch eine darin angebrachte Flamme, wirklich eine höhere Temperatur herrscht als im Kanal, wodurch ein Auftrieb der Luft herbeigeführt wird.

Damit ist aber nicht gesagt, dass in diesen Fällen die „Kanalgase“ ins Haus, in die Wohnungen gelangen. In den meisten Fällen sind ja die Einrichtungen schon mit Absicht dahin getroffen, dass die Kanalgase wohl in die Abtrittröhre eingesaugt, aber auch in derselben weiter über das Dach hinaus befördert werden. Dafür spricht auch der Schwefelwasserstoffversuch im Krankenhauskanal, wo an keiner einzigen der vielen Beobachtungsstellen ein Ausströmen des Schwefelwasserstoffs nachgewiesen werden konnte. —

Nachdem wir hiermit die Schilderung der einzelnen Beobachtungsresultate beendet haben, können wir an die Würdigung derjenigen Momente gehen, die überhaupt auf die Bewegung der Kanalluft Einfluss nehmen können.

Als Ursachen der Luftbewegung in Kanälen könnten in erster Linie die Luftströmungen der äusseren Atmosphäre aufgefasst werden. Es ist nicht zu bestreiten, dass der äussere Wind, wenn er direct gegen die freie Ausmündung eines Kanals weht, in demselben die Luft zurückstauen und so eine aufsteigende Luftströmung hervorrufen kann. Diese wird sich jedoch auf den der Ausmündung benachbarten untersten Theil des Sielnetzes beschränken, wo eben der Wind leicht eintreten kann; je weiter nach oben die Strömung geht, desto geringer wird die Wirkung sein, da ja durch die Ventilationsöffnungen, die Strassen- und Hausentwässerungen ein allmählicher Ausgleich des Ueberdrucks erfolgt. Dem entsprechen denn auch unsere Versuchsergebnisse, die in überwiegender Anzahl den Einfluss des Windes ausschliessen.

Sodann käme noch in Betracht, dass der Wind, indem er über die Ventilations- und Strassenöffnungen hinwegbläst, eine Art Saugwirkung auf die Kanalluft ausüben kann; doch wird diese in jedem Fall gering sein, da ja für diese Art von Wirkung die geeigneten Angriffspunkte fehlen.

Eine grosse Bedeutung hat man sodann dem specifischen Gewicht der Kanalgase zugeschrieben. Das specifische Gewicht einer Luftart wird von verschiedenen Factoren beeinflusst: von ihrer chemischen und physikalischen Beschaffenheit, ihrer Temperatur, dem Druck, unter dem sie sich befindet. Man hat nun vor allem

behauptet, die Kanalluft sei mit Wasserdampf gesättigt[1]), in Folge dessen specifisch leichter als die atmosphärische Luft und müsse also in dieselbe aufsteigen.

An und für sich lässt sich gegen die Behauptung, die Kanalluft sei mit Wasserdampf fast gesättigt, nichts einwenden. Auch bei meinen Versuchen liess sich eine relative Feuchtigkeit von 90 bis 95% nachweisen. Es ist ferner eine unbestrittene Thatsache, dass eine mit Wasserdampf gesättigte Luft von bestimmter Temperatur specifisch leichter ist als eine trockene Luft derselben Temperatur; aber um gewisse Schlussfolgerungen an diesen Umstand zu knüpfen, um in dieser relativen Leichtigkeit der Kanalluft eine Ursache für das Aufsteigen derselben zu finden, ist es nothwendig, die Verhältnisse auch quantitativ zu prüfen, und wollen wir deshalb das Gewicht der Luft bei verschiedener Temperatur und verschiedenem Wassergehalt genauer ins Auge fassen.

Das Gewicht eines Cubikmeters trockener Luft bei 0° und 760 mm Barometerstand beträgt 1,2932 kg. Bei erhöhter Temperatur verhalten sich die Gewichte umgekehrt wie die Volumina, und wir erhalten zur Berechnung des Gewichts eines Cubikmeters Luft bei t^0 die Formel

$$P = \frac{1,2932}{1 + 0,003665\,t},$$

wobei 0,003665 den Ausdehnungscoefficient der Luft und t die Temperaturerhöhung in Graden C. repräsentiren.

Um das Gewicht der feuchten, mit Wasserdampf gesättigten Luft zu bestimmen, haben wir nun das Gewicht des Wasserdampfes, das je 1 cbm Luft bei einer bestimmten Temperatur zu fassen vermag (vgl. Tab. XXIV Col. 3), zum Gewicht dieser Luft zu addiren. Dabei müssen wir uns aber zunächst daran erinnern, dass der Wasserdampf eine bei verschiedenen Temperaturen verschieden hohe Tension besitzt (vgl. Tab. XXIV Col. 2), die sich zur Tension der Luft addiren wird. Wollten wir also das Gewicht des Wasserdampfes, wie es der jeweiligen Temperatur entspricht, zum unveränderten Gewicht eines

1) Vgl. Lindley: Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege Bd. 14 S. 70 und: Frankfurt am Main in seinen hygienischen Verhältnissen und Einrichtungen (Festschrift) S. 90.

Cubikmeters Luft vom Barometerstand 760 addiren, so bekämen wir ein irriges Resultat. Gesetzt den Fall, wir wollten das Gewicht eines Cubikmeters mit Wasserdampf gesättigter Luft von 0^0 berechnen, so besitzt bei dieser Temperatur der Wasserdampf eine Tension von $4,6^{mm}$, die sich zu der der Luft von 760^{mm} addirt. Wenn wir also von dem Gewichte 1,2932, als dem eines Cubikmeters trockener Luft von 0^0 und 760^{mm} Barometerstand ausgehen würden, so bekämen wir das Gewicht einer mit Wasserdampf gesättigten Luft von einem Barometerstand von **764,6**^{mm}. Daraus geht hervor, dass wir zunächst das Gewicht der Luft auf den um die jeweilige Tension des Wasserdampfes verminderten Barometerstand reduciren müssen, in diesem Falle z. B. auf $760 - 4,6 = 755,4^{mm}$. Da nun das Gewicht der Luft der Dichte resp. dem Barometerdrucke proportional ist, so erhalten wir für dasjenige Gewicht der trockenen Luft, von dem wir bei der Berechnung des Gewichtes einer mit Wasserdampf gesättigten Luft ausgehen müssen, die Formel:

$$P = \frac{1,2932 \cdot (760 - T)}{760}$$

oder mit Rücksicht auf die Temperatur verallgemeinert:

$$P = \frac{1,2932}{1 + 0,003665\, t} \cdot \frac{760 - T}{760},$$

wobei T die Tension des Wasserdampfes in Millimetern (Tab. XXIV Col. 2) ausdrückt. Zu der gefundenen Zahl von P wird sodann das Gewicht des in 1^{cbm} Luft von t^0 aufzunehmenden Wassers addirt (Tab. XXIV Col. 3), und somit ist das Gewicht eines mit Wasserdampf gesättigten Luftraums bestimmt. In unserem Fall bei 0^0 ist $P = 1,285373$. Die Menge des bei 0^0 C. in 1^{cbm} aufzunehmenden Wasserdampfes beträgt $4,876^g$. Es wiegt also ein mit Wasserdampf gesättigter Cubikmeter Luft bei 0^0 und 760^{mm} Barometerstand $1,290249^{kg}$. Auf diese Weise wurden für die Temperaturen von -15 bis $+30^0$ die absoluten Gewichte der Luft und zwar im trockenen, im halb und im ganz mit Wasserdampf gesättigten Zustande berechnet (siehe Tab. XXIV auf folgender Seite).

Um nun einen richtigen Vergleich ziehen zu können, habe ich in Tab. XXV die specifischen Gewichte dieser Luftarten

Tabelle XXIV.

Temperatur	Tension des Wasserdampfes[1])	1 cbm mit Wasserdampf gesättigter Luft enthält Wasserdampf[2])	Gewicht eines Cubikmeters		
			trockener Luft	Luft mit 50 % relativer Feuchtigkeit	Luft mit Wasserdampf gesättigt
Col. 1	2	3	4	5	6
— 15	1,40 mm	1,57 g	1,3682 kg	1,3678 kg	1,3674 kg
— 10	2,09	2,30	1,3421	1,3416	1,3409
— 5	3,11	3,36	1,3170	1,3163	1,3153
± 0	4,60	4,88	1,2932	1,2917	1,2902
+ 1	4,94	5,22	1,2882	1,2869	1,2853
2	5,30	5,58	1,2835	1,2821	1,2804
3	5,69	5,96	1,2789	1,2773	1,2755
4	6,10	6,36	1,2742	1,2726	1,2707
5	6,53	6,79	1,2697	1,2679	1,2658
6	7,00	7,26	1,2650	1,2632	1,2610
7	7,49	7,74	1,2605	1,2585	1,2562
8	8,02	8,25	1,2561	1,2539	1,2514
9	8,57	8,80	1,2516	1,2493	1,2466
10	9,16	9,37	1,2472	1,2446	1,2419
15	12,70	12,76	1,2255	1,2220	1,2182
20	17,39	17,16	1,2046	1,1998	1,1946
30	31,55	30,13	1,1648	1,1561	1,1470

bei den verschiedenen Temperaturen zusammengestellt und ausserdem die Differenzen dieser Gewichte bestimmt.

In den Col. 5—7 sind jene Differenzen verzeichnet, die sich zwischen dem specifischen Gewicht je zweier gleich trockener oder gleich feuchter, jedoch je um einen Temperaturgrad unterschiedener

1) Nach **Regnault**: Mémoires de l'Académie Tom. XXI (1847) p. 624.

2) In den physikalischen und meteorologischen Lehr- und Handbüchern finden sich Tabellen über diejenige Menge des Wasserdampfes, die zur Sättigung eines Cubikmeters Luft bei verschiedenen Temperaturen erforderlich ist. Leider ergibt aber ein Vergleich dieser Tabellen, dass denselben eine genaue Uebereinstimmung mangelt. Während die für die Tension angeführten Zahlen meist richtig sind, ergeben sich in den Zahlen für das Gewicht des Wasserdampfes zahlreiche, mitunter nicht unwesentliche Abweichungen; ich habe es deshalb vorgezogen, diese Werthe nach der bekannten Formel $P = 1{,}2932 \,.\, D \,.\, \frac{T}{760} \cdot \frac{1}{1 + \alpha t}$ aus der Tension zu berechnen.

Hierbei bedeutet P: das zu findende Gewicht des Wassers; D: die Dichte des Wasserdampfes (mit 0,623 angenommen); T: die Tension des Wasserdampfes bei der Temperatur t (Tab. XXIV Col. 2); α: den Ausdehnungscoefficienten: 0,003665; 1,2932: das Gewicht eines Cubikmeters trockener Luft bei 0° und 760mm.

Tabelle XXV.

Specifisches Gewicht der Luft bei verschiedener Temperatur und Feuchtigkeit.

Temperatur in °C.	Specifisches Gewicht			Differenz im specifischen Gewicht bei je 1° Temperaturdifferenz			Differenz zwischen dem spec. Gew. gleich warmer		
	der trockenen Luft	der Luft von 50% relativer Feuchtigkeit	der mit Wasserdampf gesättigten Luft = 100%	a) trockener Luft ad Col. 2	b) Luft von 50% relat. Feuchtigkeit ad Col. 3	c) gesättigter Luft ad Col. 4	a) halbgesättigter und trockener Luft Col. 2—3	b) völlig gesättigter und trockener Luft Col. 2—4	c) völlig gesättigter und halb gesättigter Luft Col. 3—4
Col. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
—15	1,0580	1,0577	1,0573	. . .	. . .	. . .	0,0003	0,0007	0,0004
—10	1,0380	1,0374	1,0369	. . .	. . .	. . .	0,0006	0,0011	0,0005
— 9	1,0341	1,0335	1,0329	0,0039	0,0039	0,0040	06	12	06
— 8	1,0302	1,0296	1,0290	39	39	39	06	12	06
— 7	1,0264	1,0256	1,0250	38	40	40	08	14	06
— 6	1,0225	1,0217	1,0211	39	39	39	08	14	06
— 5	1,0186	1,0178	1,0171	39	39	40	08	15	07
— 4	1,0148	1,0140	1,0132	38	38	39	08	16	08
— 3	1,0111	1,0102	1,0093	37	38	39	09	18	09
— 2	1,0074	1,0064	1,0055	37	38	38	10	19	09
— 1	1,0037	1,0026	1,0016	37	38	39	11	21	10
± 0	1,0000	0,9988	0,9977	37	38	39	12	23	11
+ 1	0,9963	0,9951	0,9939	37	37	38	12	24	12
2	0,9927	0,9914	0,9901	36	37	38	13	26	13
3	0,9891	0,9877	0,9863	36	37	38	14	28	14
4	0,9855	0,9841	0,9826	36	36	37	14	29	15
5	0,9820	0,9804	0,9788	35	37	38	16	32	16
6	0,9784	0,9768	0,9751	36	36	37	16	33	17
7	0,9749	0,9732	0,9714	35	36	37	17	35	18
8	0,9715	0,9696	0,9677	34	36	37	19	38	19
9	0,9680	0,9660	0,9640	35	36	37	20	40	20
10	0,9646	0,9625	0,9603	34	35	37	21	43	22
11	0,9612	0,9590	0,9566	34	35	37	22	46	24
12	0,9578	0,9555	0,9530	34	35	36	23	48	25
13	0,9545	0,9520	0,9493	33	35	37	25	52	27
14	0,9511	0,9485	0,9457	34	35	36	26	54	28
15	0,9478	0,9450	0,9420	33	35	37	28	58	30
16	0,9445	0,9416	0,9384	33	34	36	29	61	32
17	0,9413	0,9381	0,9348	32	35	36	32	65	33
18	0,9381	0,9347	0,9311	32	34	37	34	70	36
19	0,9349	0,9312	0,9275	32	35	36	37	74	37
20	0,9317	0,9278	0,9239	32	34	36	39	78	39
25	0,9163	0,9110	0,9053	. . .	. . .	. . .	53	110	57
30	0,9009	0,8940	0,8866	. . .	. . .	. . .	69	143	74

Luftarten ergaben. Diese Differenzen wurden durch Subtraction der in einer der drei Columnen 2—4 unter einander befindlichen Zahlen gewonnen. In den drei übrigen Columnen (8—10) sind sodann die Differenzen mitgetheilt, die zwischen je zwei nach dem Feuchtigkeitsgrade verschiedenen Luftarten bei gleicher Temperatur sich fanden. Sie wurden durch Subtraction je zweier in einer Horizontalreihe der Col. 2—4 befindlichen Zahlen erhalten.

Diese Tabelle bietet nun eine Menge interessanter Daten. Es tritt uns, wie natürlich, eine überaus grosse Regelmässigkeit in den einzelnen Zahlen entgegen. Das specifische Gewicht der Luft erleidet durch die Erwärmung eine Herabminderung, die jedoch mit zunehmender Temperatur geringer wird. Dies gilt für alle drei Luftarten: trockene, halb und ganz mit Wasserdampf gesättigte Luft; nur wird die Herabminderung des specifischen Gewichts, dem höheren Wassergehalt entsprechend, eine relativ grössere.

Anders ist der Gang, den wir in den Aenderungen im specifischen Gewicht bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt der Luft beobachten: da der Feuchtigkeitsgehalt der Luft das specifische Gewicht verringert, so wird die Differenz mit zunehmender Feuchtigkeit auch grösser, wie besonders aus dem Vergleich von Col. 8 und 10 hervorgeht. Diese Differenzen werden sodann mit ansteigender Temperatur immer bedeutender — im Gegensatze zu den durch die Temperatur bedingten Differenzen einer und derselben Luftart (Col. 5—7) —, und zwar erfolgt die Zunahme der ersten rascher als die Abnahme der letzteren.

Für unsere Frage, um wie viel das specifische Gewicht der Kanalluft in Folge ihrer Feuchtigkeit niedriger ist als das der äusseren Luft, ist es nicht zulässig, eine vollständig trockene mit einer vollständig mit Wasserdampf gesättigten Luft zu vergleichen; denn es ist weder die Luft im Freien, im Hause etc. vollständig trocken, noch auch die Kanalluft vollständig gesättigt. Wenn wir demnach Luft von 100% relativer Feuchtigkeit mit Luft von 50% Feuchtigkeit vergleichen (Col. 10), so werden wir wohl den thatsächlichen Verhältnissen recht nahe kommen.

Das Resultat des Vergleichs wird ferner ein verschiedenes sein je nach der Temperatur, für welche wir die Frage zu stellen haben,

da, wie bemerkt, die beiden in Betracht zu ziehenden Reihen der Differenzen einen entgegengesetzten Gang einschlagen. Wir haben nun die Herabminderung des specifischen Gewichtes durch die Luftfeuchtigkeit bei Temperaturen zu vergleichen, wie sie in der Kanalluft vorherrschen. Diese schwanken ungefähr zwischen $+5$ bis $+15^0$ C. In diesen Grenzen müssen wir uns also bewegen; und da sehen wir denn, dass die Herabminderung des specifischen Gewichts, die durch diesen Umstand herbeigeführt wird, an und für sich sehr gering ist. Das specifische Gewicht der trockenen Luft bei 0^0 gleich 1,000 gesetzt beträgt die Herabminderung (die völlig mit Wasserdampf gesättigte Luft der halb gesättigten gegenüber gehalten) bei 5^0 0,0016, bei 15^0 0,0030. Die Schwankungen im specifischen Gewicht dagegen, die durch eine Temperaturdifferenz von nur 1^0 C. herbeigeführt sind, gleichgültig ob die Luft trocken oder feucht ist, bewegen sich in den Grenzen von 0,0035 resp. 0,0038 (bei 5^0) bis 0,0033 resp. 0,0037 (bei 15^0), sind also für alle Fälle grösser; und in Wirklichkeit gestalten sich die Verhältnisse für den durch den Wassergehalt der Luft veranlassten Auftrieb noch ungünstiger, indem die grossen Differenzen in der Luftfeuchtigkeit, wie ich sie hier in Berechnung gezogen habe, nicht existiren. Die Feuchtigkeit der Luft im Freien ist, besonders im Winter, eine meist höhere als 50 %, erreicht selbst 90—100 %, wodurch dann jede Veranlassung zur Verminderung des specifischen Gewichtes schwinden wird. So war in unseren Versuchen die relative Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft nur dreimal unter 50 %. Der Durchschnitt aus allen Beobachtungen ergab dagegen 74 %.

Wir haben bisher angenommen, dass die Kanalluft in ihrer Zusammensetzung vollständig mit der äusseren Luft übereinstimme. Dieses ist aber nicht immer der Fall. Nach den Analysen der Münchener Sielluft, die von Beetz[1]) ausgeführt wurden, enthält dieselbe 2,172—4,427 Volumpromille Kohlensäure: eine Menge, die nicht zu den höchsten der durch Analyse bestimmten gehört. Wenn wir auch diesem Umstand Rechnung tragen, so erhalten wir, da die Kohlensäure schwerer ist als die Luft, ein Resultat, das die Bedeutung der durch die Feuchtigkeit herbeigeführten relativen Gewichtsverminderung der Kanalluft, noch weiter herabdrückt.

1) Aerztliches Intelligenzblatt (München) 1877 S. 201.

Nehmen wir als Beispiel eine Luft von + 5° C, die mit Wasserdampf gesättigt wäre und einen Kohlensäuregehalt von 3 Volumpromille besässe.

Wir hätten dann in einem Cubikmeter 0,997^{cbm} Luft und 0,003^{cbm} Kohlensäure in Rechnung zu ziehen.

0,997^{cbm} mit Wasserdampf gesättigter Luft von + 5° C. wiegen (lt. Tab. XXIV)		1,2620^{kg}
1^{cbm} Kohlensäure wiegt bei 0° und 760^{mm} . .	1,9666	
0,003^{cbm} wiegen bei 5°	0,0059	0,0059
Es wiegt also 1^{cbm} mit Wasserdampf gesättigter Luft von + 5° bei einem Kohlensäuregehalt von nur 3‰		1,2679^{kg}
1^{cbm} kohlensäurefreier Luft von 50% relativer Feuchtigkeit wiegt bei 5°		1,2679

Es würde also auch schon *ein Kohlensäuregehalt von 3 pro mille* dem Volumen nach den Gewichtsverlust, der durch die relativ grössere Feuchtigkeit der Kanalluft entsteht, *völlig ausgleichen*[1]). Auf diese Weise glauben wir die Bedeutung der grösseren Feuchtigkeit der Kanalluft für die Bewegung resp. das Aufsteigen derselben in die richtigen Schranken gewiesen zu haben. Dieser Factor ist so unbedeutend, dass er innerhalb der hier in Betracht kommenden Temperaturen von jeder auch ein 1° betragenden Temperaturdifferenz übertroffen wird.

Wir können an diese Erörterung über den Wassergehalt der Kanalluft und dessen Einfluss auf das specifische Gewicht auch die Frage anschliessen, ob nicht noch andere *Beimischungen* vorhanden sind, die eine Aenderung im specifischen Gewichte veranlassen, und nach welcher Richtung hin sich diese Aenderung äussert. Es ist dabei zu beachten, dass bei einem guten Betrieb, bei guter Spülung im Allgemeinen nur wenig Gase sich entwickeln. Das grösste Contingent liefert die Kohlensäure, dann kommen noch Ammoniak und Schwefelwasserstoff in Frage; das specifische Gewicht der Kohlensäure ist nun (das der Luft gleich 1 gesetzt) 1,5292, das des Ammoniaks 0,5896, des Schwefelwasserstoffs 1,776. Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, welcher letztere z. B. in München nur in Spuren ge-

1) Vgl. auch *Renk*, Hygienische Tagesfragen. II. Die Kanalgase S. 52.

funden wurde (auch in meinen Versuchen gehört die Constatirung einer spontanen Entwickelung von Schwefelwasserstoff im Kanal zu den grossen Seltenheiten), werden also das specifische Gewicht der Kanalluft nur erhöhen; und der Ammoniakgehalt ist in der Regel ein so geringer — nach den Untersuchungen von Beetz[1]) wird er vom Kohlensäuregehalt weit übertroffen —, dass dieser letztere die eventuelle Verminderung durch das vorhandene Ammoniak reichlich übercompensirt.

Als eine weitere Ursache für Aenderungen im specifischen Gewichte der Luft finden wir den Luftdruck hingestelllt; die Schwankungen, die im Luftdruck der Atmosphäre vor sich gehen, werden in der Regel keinen Einfluss üben, da ja durch die massenhaft vorhandenen Oeffnungen ein fortwährender Ausgleich stattfindet. Es wäre aber zu bedenken, dass die Kanäle allmählich immer tiefer in den Boden eindringen und dadurch die Luft im untersten Theil des Kanals unter einem höheren Druck steht als im obersten Theil. Die Aenderungen, die unter normalen Verhältnissen dadurch entstehen, sind ebenfalls sehr gering.

Für das gesammte in München jetzt bestehende Sielnetz beträgt die Höhendifferenz ca. $11{,}8^{m}$; das entspräche annähernd einer Abnahme von 1^{mm}. Da sich die Dichten resp. die specifischen Gewichte dem Drucke proportional verhalten, so erhalten wir bei 0^{0} (das specifische Gewicht bei $761^{mm} = S$, das bei $760^{mm} = 1$ gesetzt):

$$S = 1 \cdot \frac{761}{760} = 1{,}0013.$$

Die Vermehrung des specifischen Gewichts ist hiernach 0,0013, abermals weit geringer als die auch nur durch 1^{0} Temperaturdifferenz herbeigeführte (vgl. Tab. XXV Col. 8).

Bei der Discussion des Einflusses, den die Feuchtigkeit der Kanalluft auf das specifische Gewicht und damit auf die Bewegung derselben ausüben kann, wurde bereits hervorgehoben, dass die durch die Temperaturdifferenzen herbeigeführten Aenderungen im specifischen Gewicht eine viel grössere Wirkung auszuüben vermögen, als die durch verschiedenen Wassergehalt bedingten.

1) a. a. O.

Wir müssen nun auch dafür einen bestimmten Maassstab gewinnen.

Zu diesem Zwecke denken wir uns vorerst den ganzen Kanal als ein geschlossenes Rohr, das nur an den beiden Endpunkten, hier aber vollkommen frei, mit der äusseren Atmosphäre communicirt; wir haben dann den Fall, dass ein oben und unten offenes, mit wärmerer, also specifisch leichterer Luft gefülltes Gefäss von kälterer, specifisch schwererer Luft umgeben ist. Die warme Luft wird nun von der kälteren Luft emporgedrängt und fliesst zur oberen Oeffnung aus. Die Geschwindigkeit, mit welcher der Ausfluss erfolgt, lässt sich nach folgender Formel[1]) berechnen:

$$C = \sqrt{\frac{2\,g\,H\,(T-t)}{273+t}}.$$

C ist die Geschwindigkeit in Metern pro Secunde; g die Acceleration oder Schwere $= 9{,}81^{m}$; H die Höhe der wärmeren Luftsäule; T die Temperatur der wärmeren, also Kanalluft; t die Temperatur der kälteren Umgebung, der Atmosphäre[2]).

Wenn wir jetzt versuchen, nach dieser Formel die theoretische Geschwindigkeit zu berechnen, so begegnen wir einer Schwierigkeit, insofern es sich darum handelt, die Höhe der Luftsäule festzustellen, die in der Formel durch H repräsentirt wird.

Diese Grösse setzt sich aus 2 Factoren zusammen: der Höhe der Kanalprofile ($= ab$ in Fig. 2), nach Abzug der Wasserhöhe, und der Niveaudifferenz der beiden Kanalenden, die als obere und untere Oeffnung aufzufassen wären ($= bc$). Sie beträgt z. B. beim Schlachthauskanal (vgl. die schematische Zeichnung von Fig. 2) $H = ab + bc = 3{,}28$ resp. nach Abzug der Wasserhöhe $= 3^{m}$.

1) Péclet, Traité de la chaleur und A. Wolpert, Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung 2. Aufl. (1879) S. 177.

2) Für den entgegengesetzten, meist im Sommer vorliegenden Fall, dass die Kanalluft kälter ist als die Aussenluft, gilt die Formel

$$C = \sqrt{\frac{2\,g\,H\,(T-t)}{273+T}};$$

sie wird auch in jenen Fällen unserer Untersuchungsreihe zur Anwendung gelangen müssen, wo, wie in Versuch X, XI, XIII und XIV, die Temperatur der äusseren Luft eine höhere gewesen ist als die der Kanalluft, also die Differenz einen für unsere Begriffe negativen Charakter angenommen hat.

Aehnlich berechnet sich die Höhe bei den anderen Kanälen zu 5,6, 2,4 und 6,2 m.

Diese Höhe wird um so grösser, je länger das zu betrachtende Kanalstück ist; wir müssen deshalb auch dem Reibungswiderstand eine grössere Aufmerksamkeit zuwenden, denn dieser wächst mit der Länge des Kanals, er ist sodann auch noch dem Umfang

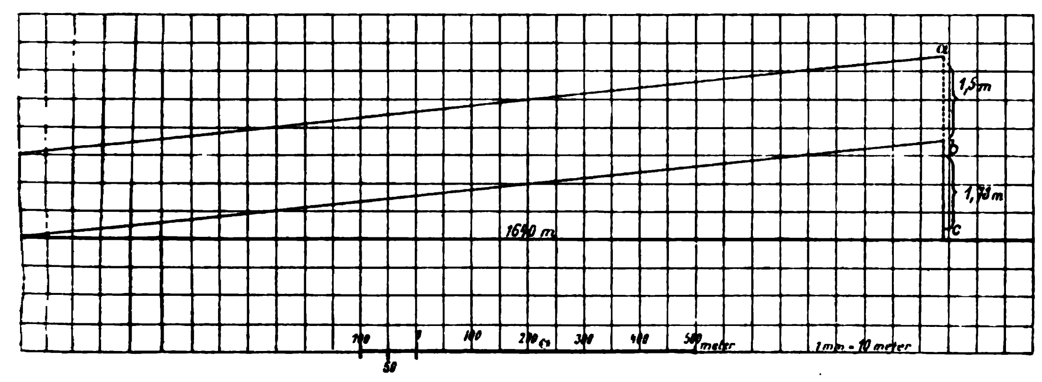


Fig. 2.

des lichten Querschnitts direct; der Fläche des letzteren umgekehrt proportional, und findet die Verminderung der Geschwindigkeit, die durch die Reibung hervorgerufen wird, ihren Ausdruck in der Formel

$$V = \sqrt{\frac{2gH(T-t)}{273+t}} : \sqrt{1+\frac{K \cdot L \cdot U^{1)}}{F}} = \sqrt{\frac{2gH(T-t)F}{(273+t)(F+K \cdot L \cdot U)}}.$$

Bezeichnen wir den Ausdruck $\sqrt{\frac{2gH(T-t)}{273+t}}$, die Formel für die Geschwindigkeit ohne Rücksicht auf die Reibung, mit C (S. 158) so erhalten wir

$$V = \frac{C}{\sqrt{1+\frac{K \cdot L \cdot U}{F}}}.$$

Darin bedeutet L die Länge des Kanals, U den Umfang des lichten Querschnitts, F die Fläche des lichten Querschnitts, K den Reibungscoefficienten, den wir nach Wolpert u. A. mit 0,006 annehmen können.

1) Wolpert a. a. O. S. 219.

Tabelle XXVI.

Versuchs-nummer	Kanal	L	U	F	H	T	t	$T-t$	C berechnet aus d. Formel $C=\sqrt{\frac{2gH(T-t)}{273+t}}$ Meter p. Sec.	V berechnet aus d. Formel $V=\frac{C}{\sqrt{1+\frac{K.L.U}{F}}}$ Meter p. Sec.	V beobachtet Meter p. Sec.
Col. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	Schlachthauskanal	1640m	3,14 m	1,05qm	3,0 m	+ 8°	— 3,5° — 1,0	11,5° 9,0	— 1,58 — 1,39	— 0,28 — 0,25	+ unter 0,29
II	Schlachthauskanal	1640	3,14	1,05	3,0	+ 7	— 3,9 — 2,2	10,9 9,2	— 1,47 — 1,41	— 0,27 — 0,26	+ unt. 0,16 (—0,22)
III	Schlachthauskanal	1640	3,14	1,05	3,0	+ 8	— 8,2 — 6,7	16,2 14,7	— 1,90 — 1,80	— 0,34 — 0,33	+ bis 0,64
IV	Schlachthauskanal	1640	3,14	1,05	3,0	+ 8,6	— 1,4 — 0,7	10,0 9,3	— 1,47 — 1,42	— 0,27 — 0,26	+ bis 0,70
V	Schlachthauskanal	1640	3,14	1,05	3,0	+ 7,5	— 11,1 — 9,5	18,6 17,0	— 2,04 — 1,94	— 0,37 — 0,35	—
VI	Schlachthauskanal	1640	3,14	1,05	3,0	+ 5,8	+ 0,5 + 1,3	5,3 4,5	— 1,07 — 0,98	— 0,19 — 0,18	±
VII	Stammsiel der Amalien-Ludwig-Veterinärstrasse	800	4,33	1,69	5,6	+ 5	+ 2,5 + 2,7	2,5 2,3	— 0,99 — 0,95	— 0,27 — 0,26	+ bis 0,41
VIII	Stammsiel der Amalien-Ludwig-Veterinärstrasse	800	4,33	1,69	5,6	+ 6,7	— 4,7 — 2,8	11,4 9,5	— 2,16 — 1,96	— 0,59 — 0,54	— bis 0,36
IX	Stammsiel der Amalien-Ludwig-Veterinärstrasse	800	4,33	1,69	5,6	+ 6,5	— 2,3 + 6,5	8,8 0,0	— 1,88 0	— 0,52 0	— bis 0,83
X	Stammsiel der Amalien-Ludwig-Veterinärstrasse	800	4,33	1,69	5,6	+ 4,5	— 4,5 + 6,3	9,0 — 1,8	— 1,91 + 0,84	— 0,52 + 0,23	— bis 0,61
XI	Nebensiel der Findling-Schillerstrasse	550	3,12	0,84	2,4	+ 4,5	— 1,1 + 8,1	5,6 — 3,6	— 0,98 + 0,78	— 0,27 + 0,21	— bis 0,83, + bis 0,5
XII	Nebensiel der Findling-Schillerstrasse	550	3,12	0,84	2,4	+ 5,5	+ 0,1 + 2,9	5,4 2,6	— 0,96 — 0,67	— 0,26 — 0,18	+ bis 0,65
XIII	Krankenhaus-kanal	300	3,52	1,16	6,2	+ 5	— 4,3 + 7,3	9,3 — 2,3	— 2,05 + 1,00	— 0,81 + 0,39	— bis 0,67
XIV	Krankenhaus-kanal	300	3,52	1,16	6,2	+ 5,5	+ 3,1 + 7,9	2,4 — 2,4	— 1,03 + 1,02	— 0,40 + 0,40	— bis 0,46, + bis 0,42
XV	Krankenhaus-kanal	300	3,52	1,16	6,2	+ 6	+ 0,5 + 1,3	5,5 4,7	— 1,56 — 1,44	— 0,61 — 0,57	— bis über 1,29
XVI	Krankenhaus-kanal	300	3,52	1,16	6,2	+ 5,6	— 8,9 — 3,1	14,5 8,7	— 2,58 — 1,97	— 1,01 — 0,76	—
XVII	die ganze Siel-anlage	4000	3,60	0,88	13,4	+ 5	— 5	10	— 3,13	— 0,31	

Wir sehen bei dieser Berechnung vorläufig von anderen die Geschwindigkeit beeinträchtigenden oder dieselbe fördernden Factoren ab, indem wir uns die Würdigung derselben für die Discussion der Resultate vorbehalten.

In Tab. XXVI auf Seite 160 sind die Resultate der Berechnungen verzeichnet und mit den Beobachtungen parallelisirt; die Zeichen + und — geben in der mehrfach angewandten Weise die Windrichtung an (für XVII, wo die theoretische Geschwindigkeit für die ganze, bis jetzt bestehende, einheitliche Sielanlage berechnet wurde, sind für *U, F, T* und *t* Mittelwerthe zur Anwendung gekommen. Als Länge *L* wurde jedoch nicht die ganze Ausdehnung des Sielnetzes von 21000^m angenommen, sondern jene Strecke, welche die directeste Verbindung zwischen dem höchsten und dem tiefsten Punkte des Sielnetzes abgibt und deren Länge ca. 4000^m beträgt).

Die Zahlen beweisen, dass in der Temperaturdifferenz zwischen äusserer Luft und Kanalluft ein bewegender Factor gegeben ist von nicht unbedeutender Stärke; es könnten, ohne Rücksicht auf die Reibung, durch denselben Luftströmungen bis zu einer Intensität von 2,58 resp. $3{,}13^m$ in der Secunde hervorgerufen werden. Trotzdem entspricht die Luftströmung im Kanal der berechneten Strömung nicht überall, und zwar weder nach Richtung noch nach Intensität.

Es sind hierfür mehrfache Gründe maassgebend.

Aus Col. 10 und 11 der Tabelle ist schon ersichtlich, welch grosse Herabminderung durch die Reibung erfolgt; dazu kommt, dass noch eine Reihe von Widerständen in Krümmungen, Aenderungen der Querschnitte gegeben ist, die gleichfalls der Bewegung der Luft hemmend entgegentreten; auch haben wir angenommen, dass die beiden Enden des Kanals vollständig offen und von gleichem Querschnitt seien, was auch nicht in allen Fällen zutrifft. Ferner ist ganz besonders zu berücksichtigen, dass der Sielstrang keineswegs ein so einheitliches Ganze repräsentirt, wie es bei der Berechnung vorausgesetzt werden musste. Wir haben es nicht etwa mit einer an der Peripherie vollkommen geschlossenen und nur an beiden Enden mit der Aussenluft communicirenden, geneigten Röhre zu thun. Die zahlreichen Einmündungen sowohl von der Strasse als auch von den Häusern her lassen einen jeden Sielstrang in eine Menge von grösseren

und kleineren Abschnitten zerfallen, deren Begrenzung die einzelnen Communicationen mit Strassen, Häusern etc. abgeben, und die zwar nicht vollständig unabhängig von einander fungiren, aber doch so ziemlich ihre selbständigen Phänomene zeigen[1]). Dieser Umstand wird das Resultat der in der Tab. XVI Col. 10 u. 11 verzeichneten Zahlen wieder nach zwei entgegengesetzten Richtungen beeinflussen.

Dadurch, dass nur eine relativ sehr kurze Kanalstrecke in Betracht zu ziehen, wird die Höhe der Luftsäule eine geringere; denn die Niveaudifferenz, die für die Höhe H maassgebend ist, wächst mit der Länge. Es wird dadurch sowohl die Grösse C als auch die Grösse V verringert. Wir werden also in Wirklichkeit geringere Geschwindigkeiten erhalten, als sie berechnet wurden.

Sodann wird durch die Herabminderung der Kanallänge L der Reibungswiderstand ein anderer und zwar kleinerer, wie aus Col. 11 zu ersehen ist. Dadurch wird zwar nicht die Grösse C, wohl aber die Grösse V beeinflusst. V sollte hierdurch etwas grösser ausfallen; es wird jedoch in Wirklichkeit keine besondere Zunahme erfahren, denn die Querschnitte (F), zu denen jetzt die Luft ein- und austreten muss, und die in den Dimensionen der Ventilationsöffnungen etc. gegeben sind, sind bedeutend kleiner, und damit erhält der Reibungswiderstand wieder einen bedeutenden Zuwachs.

Auf diese Weise lässt sich schon erklären, warum bei den Untersuchungen (Col. 12) fast stets eine geringere Geschwindigkeit gefunden wurde, als sie theoretisch erwartet werden sollte.

Auch der Einfluss wird jetzt erklärlich, den der eigenthümliche Gitterverschluss am oberen Ende des Krankenhauskanals hervorbringen musste. Dem Austritt der Luft war an dem grossen Querschnitt ein sehr geringer Widerstand entgegengesetzt, und ausserdem erfuhr die Höhe der wärmeren Luftsäule eine Vermehrung, indem sich noch die Höhe des Schachtes von der Kanaldecke an bis zum Niveau des Hofes zu der durch die Höhe des Profils und die Niveaudifferenz der Kanalsohle erreichten hinzu addirte.

1) Hierin liegt auch der Grund, warum ich es unterlassen, zwei Partien eines und desselben Kanalsystems, eine obere und eine untere, einer gleichzeitigen Untersuchung zu unterziehen, warum ich ferner der relativ so geringen Temperaturdifferenz zwischen unterem und oberem Kanalende keine grössere Beachtung geschenkt habe.

Unsere Tab. XXVI zeigt aber auch noch völlige Umkehrungen der theoretisch zu erwartenden Luftströmung und zwar in einer ziemlich grossen Anzahl von Beobachtungen.

Hierfür können wir sicherlich in hervorragender Weise die Hausanschlüsse verantwortlich machen, die einen grossen Einfluss auf die Luftströmungen im Kanal nehmen müssen. Dort, wo bisher nicht durch eine Absperrung mittels Wasserverschlusses dafür gesorgt ist, dass das Haus gegen den Kanal vollständig abgeschlossen ist, wo ferner die Röhren vom Dache ohne Wasserverschluss oder Schachtsyphon einmünden, wird sich im Winter in vielen Fällen ein aufsteigender Luftstrom in dem Rohrstrang ausbilden. Besonders in jenen Fällen, in denen man in zweckmässiger Weise die Abtrittröhren über das Dach hinausgeführt und am oberen Theil derselben eine Wärmequelle angebracht hat. Dieser Luftstrom, dieses Ansaugen der Kanalluft ins Haus, wird nun die bestehende Luftströmung im Kanal theils befördern, theils behindern, je nachdem, in welchem Theile des Kanals die grössere Anzahl derartiger Saugröhren angebracht ist: sind sie, wie im Krankenhauskanal, am oberen Ende des Kanals, so werden sie den (im Winter) aufsteigenden Luftstrom unterstützen; dann kann, wie gerade in diesem Kanal, die beobachtete Geschwindigkeit nicht selten die durch Berechnung gefundene übertreffen; befinden sie sich dagegen mehr am unteren Ende, so werden sie dem aufsteigenden Luftstrom in den oberhalb gelegenen Theilen entgegenwirken und eventuell sogar ein Umkehren desselben bewirken[1]. Man könnte auch an der Hand unserer Versuche eine darauf bezügliche Berechnung anstellen. Aus den bei denselben (besonders XI bis XV) verzeichneten Zahlen, welche die Stärke der Luftbewegung repräsentiren, und aus dem Querschnitt lässt sich die Luftmenge bestimmen, die innerhalb einer bestimmten Zeit ein- und ausströmte. Wenn man diese für die Hausanschlüsse gefundenen Grössen nach den beiden Strömungsrichtungen hin mit einander vergleicht, so findet man der Rechnung nach meist diejenige Luftströmung überwiegend, die auch in diesem Theile des Kanals vorhanden ist. Ich unterlasse jedoch nähere Zahlenangaben, da ja, wie schon betont, diese auch innerhalb eines Versuchs grosse

1) Soyka, Hygienische Tagesfragen. I. S. 12.

Schwankungen darboten und dadurch, dass sie zu verschiedenen Zeiten gewonnen wurden, nicht gleichwerthig sein können. Um überhaupt hierüber entscheidende Versuche beizubringen, müssten innerhalb eines Kanalstranges an allen Einmündungen, sowohl vom Hause als auch von der Strasse aus, ferner in den Häusern selbst und an allen Strassenöffnungen zu gleicher Zeit Beobachtungen angestellt werden: eine Aufgabe, zu der eine sehr grosse Zahl von Beobachtern aufgeboten werden müsste, und die kaum im Verhältniss stände zu den durch sie zu erzielenden Resultaten.

Es ist aber noch ein Factor vorhanden, welcher der aufsteigenden Luftströmung in den Kanälen entgegenarbeitet, und zwar ist dies die Strömung des Kanalwassers. Auf den eventuellen Einfluss dieses Momentes wurde schon von mir [1]) und von Rózsahegyi [2]) hingewiesen, und manche Beobachtungen in unseren Versuchen schienen diesen Einfluss auch zu bestätigen (Versuch VII u. IX); manche schienen ihn jedoch zu widerlegen, so besonders jene Fälle, wo gerade in den unteren, am Wasser befindlichen Luftschichten ein aufsteigender, in den oberen Schichten dagegen ein absteigender Luftstrom vorhanden war (Versuch VI u. XI), ferner die Versuche im Krankenhauskanal, wo trotz einer sehr heftigen Wasserausströmung aus den Hausentwässerungsröhren (der Strahl war über armdick) doch ein aufsteigender, gegen das Haus gerichteter Luftstrom vorhanden war (Versuch XIV u. XV). Allerdings liess sich in diesen Fällen, wenigstens am Wasser selbst, eine der Strömung des letzteren gleich gerichtete Luftbewegung nachweisen.

Es schien nun jedenfalls wünschenswerth, diesen Factor einer experimentellen Prüfung zu unterziehen, um wenigstens ein annäherndes Bild über den Einfluss desselben zu gewinnen. Ein äusserstes Minimum liess sich schon im Vorhinein feststellen; die Geschwindigkeit, die das Wasser der Luft mittheilte, konnte nicht grösser sein, als diejenige, die das Wasser selbst besass. Aus der Menge des Wassers, die innerhalb einer Secunde den Kanal durchfliesst [3]), und aus dem Querschnitt, auf dem das Wasser abfliesst,

1) Hygienische Tagesfragen. I. S. 12.

2) Rózsahegyi, Ztschr. f. Biologie Bd. 17 S. 38 u. Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege Bd. 14 S. 62.

3) Erste Abhandlung. Ztschr. f. Biologie Bd. 17 S. 377.

berechnet sich für die Münchener Siele eine Geschwindigkeit von 0,61 bis 1,15 (von extremen Fällen abgesehen[1]).

Um nun zu erfahren, wie mächtig der Einfluss des Wasserstromes ist, wählte ich folgende Versuchsanordnung.

Eine 1,4^{m} lange, vollkommen gerade Eisenröhre von einem Durchmesser von 34^{mm} wurde horizontal eingestellt und an dem einen Ende mit einem doppelt durchbohrten Stöpsel verschlossen. In der einen Oeffnung dieses Stöpsels wurde eine Communication mit der Wasserleitung hergestellt; in die andere Oeffnung wurde ein Trichter gesteckt, der derart umgebogen war, dass seine Trichteröffnung nach abwärts schaute und so eine Art Kamin bildete.

Am offenen Ende der Röhre wurde ein Apparat angebracht, der dazu dienen sollte, die jeweilige Wasserhöhe in der Röhre zu messen. Zu diesem Behufe war hier in der oberen Wand der Röhre ein Gewinde eingeschnitten, in welchem eine in eine Spitze endigende Schraube bewegt werden konnte, derart, dass je eine ganze Umdrehung einem Vorrücken um einen Millimeter entsprach. Mittels einer in 100 Theile getheilten Scheibe, die an der Schraubenmutter angebracht war, konnte sodann noch ein hundertstel Millimeter gemessen werden. Die Einstellung auf den Wasserspiegel konnte recht genau vorgenommen werden; sie war erreicht, wenn sich die Schraubenspitze mit der Spitze des Spiegelbildes berührte. Die vollständig horizontale Lage der Röhre ermöglichte es, dass innerhalb eines Versuches der Wasserstand in allen Querschnitten der gleiche war. Durch verschieden weites Oeffnen des Wasserleitungshahns konnten verschiedene Mengen Wassers mit verschiedener Geschwindigkeit durch die Röhre abfliessen; gleichzeitig wurde in dem als Kamin fungirenden Trichter durch eine glimmende Lunte Rauch entwickelt. Wenn das strömende Wasser die Luft mit sich fortbewegte, so musste zu der einzigen, vorhandenen Oeffnung, in der sich eben der Trichter befand, die Luft und mit ihr auch der Rauch aspirirt werden und es konnte die Zeit gemessen werden, welche zwischen Ein- und Austritt des Rauches verfloss, also zum Durchgang durch die Röhre benöthigt wurde (ein zweiter Beobachter signalisirte das erste Erscheinen des Rauchs). Bei der bekannten Länge der Röhre war hierdurch die Geschwindig-

1) Das Kanal- u. Sielsystem in München S. 56.

keit der Luftbewegung in der Röhre bestimmt, die hier doch nur durch die Bewegung des Wassers veranlasst wurde; denn wenn kein Wasser in die Röhre eingeleitet wurde, kam auch keine Aspiration, kein Einströmen des Rauches zu Stande.

Die Geschwindigkeit, mit der das Wasser sich bewegte, wurde in der Weise bestimmt, dass das innerhalb bestimmter Zeit abfliessende Wasser gewogen wurde. Das Gewicht des Wassers durch die Anzahl der Secunden dividirt ergab die Secundenliter. Durch Division mit dem Querschnitte des vom Wasser ausgefüllten Raumes erhielt man sodann die Geschwindigkeit des Wassers in der Röhre.

Aus der Höhe des Wasserstandes in der Röhre und dem Halbmesser der Röhre wurde der Querschnitt, in welchem das Wasser die Röhre durchfloss, folgendermassen berechnet.

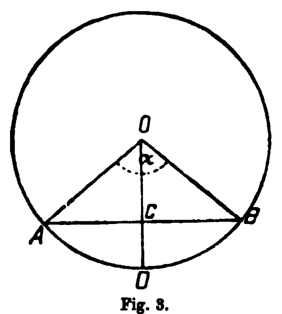


Fig. 3.

Es sei Fig. 3 der Querschnitt der Röhre; so bedeuten:

$AO = r$ den Halbmesser der Röhre $= 17^{mm}$;

$CD = h$ die jeweilige Höhe des Wassers in der Röhre;

$AB = s$ die Sehne, welche vom Wasserspiegel in der Röhre gebildet wird. Der zu ihr gehörige Winkel AOB sei mit α bezeichnet.

Zu berechnen ist der Flächeninhalt des Segmentes $ADBC$, der Querschnitt des vom Wasser ausgefüllten Raumes.

Es wird zuerst $AC = \frac{AB}{2} = \frac{s}{2}$ bestimmt nach der Formel:

$$AC = \frac{s}{2} = \sqrt{AO^2 - OC^2} = \sqrt{r^2 - (r-h)^2} = \sqrt{2rh - h^2};$$

sodann wird der Winkel $AOB = \alpha$ berechnet aus:

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{AC}{AO} = \frac{s}{2r}.$$

Aus diesen Grössen kann der Flächeninhalt des Sectors $ADBO$ gefunden werden. Derselbe verhält sich zum Flächeninhalt des ganzen Kreises $\pi r^2 = 907^{qmm}$ wie der ihm zugehörige Winkel α zu 360^0:

$$ADBO : \pi r^2 = \measuredangle \alpha : 360. \quad ADBO = \frac{\pi r^2 . \alpha}{360}.$$

Durch Subtraction des Flächeninhalts des Dreiecks $ABO = \frac{AB}{2} . OC = \frac{s}{2} . (r-h)$ erhält man sodann die Fläche des Segments $ADBC$.

$$\text{Flächeninhalt von } ADBC = ADBO - ABO = \frac{\pi r^2 \alpha}{360} - \frac{s}{2}(r-h).$$

Bei der Beurtheilung des Einflusses, den das strömende Wasser auf die Luftbewegung nehmen kann, wird uns nicht bloss die Geschwindigkeit interessiren, mit der sich das Wasser bewegt, sondern auch der Raum, den es in der Röhre ausfüllt, die Höhe, in welcher es steht, endlich die Fläche, mit der es mit der Luft in Berührung steht.

In folgender Tabelle sind die Resultate der Versuche verzeichnet:

Tabelle XXVII.

h = Höhe des Wassers in Millimetern .	4	4,3	5,5	6	8	9,5	11,25	11,35
$s = AB$ (Begrenzungslinie des Wasserspiegels) in Millimetern	21,9	22,6	25,02	25,92	28,84	30,50	32,00	32,067
$S = ADBC$ (Flächeninhalt des vom Wasser eingenommenen Querschnitts) in Quadratmillimetern	59,91	66,53	95,07	107,89	162,80	206,87	262,07	265,28
V_1 = Geschwindigkeit des Wassers (in Millimetern p. Sec.)	96,3	163,0	178,1	184,4	213,7	251,1	282,3	328,9
V_2 = Geschwindigkeit des Rauchs (in Millimetern p. Sec.)	39	64	77,6	76	93	100	114	140
$\frac{V_2}{V_1}$	0,40	0,39	0,40	0,41	0,45	0,40	0,40	0,42

Wir finden in der Intensität der Luftbewegung bestimmte Beziehungen zur Geschwindigkeit des Wassers, zur Höhe und zur Oberfläche desselben, sowie auch zum Querschnitt, in welchem es abfliesst.

Mit der Zunahme der Stromgeschwindigkeit wächst auch die Luftgeschwindigkeit, und ist eine gewisse Gesetzmässigkeit beider Factoren nicht zu verkennen. Der Quotient $\frac{V_2}{V_1}$, der da angibt, den wievielten Theil der eigenen Geschwindigkeit das Wasser der Luft mittheilt, zeigt keine grosse Schwankungen, und beträgt hier die Luftgeschwindigkeit ca. 40% der Geschwindigkeit des Wassers. In Wirklichkeit dürften die Zahlen noch kleiner ausfallen; denn die Luftgeschwindigkeit, die bei diesen Versuchen gefunden wurde, entspricht wohl nicht immer der mittleren Geschwindigkeit. Wenn sich der Rauch allmählich auf das Niveau des Wassers herabsenkt, so kommt er in die Zone der grössten Geschwindigkeit, und wir

erhalten dann zu hohe Resultate. Sodann wird in den Kanälen bei dem grossen Umfange derselben und der grossen Luftmasse der Reibungswiderstand ein viel grösserer sein. Auch ist die Form der Kanäle wohl von Einfluss[1]). Durch das eiförmige Profil, das mit Rücksicht auf den raschen Abfluss, die grössere Stromgeschwindigkeit des Wassers gewählt wird, ist die Fläche, auf der die Luft mit dem Wasser in Berührung steht, eine relativ kleine. Ohne also auf Grund dieser Versuche Gesetze für die Abhängigkeit der Luftströmung von der Wasserströmung ableiten zu wollen, dürfen wir wohl behaupten, dass die Geschwindigkeit, die das fliessende Wasser der Luft in den Kanälen mittheilt, nicht über die Hälfte der eigenen Geschwindigkeit hinausgeht, ja wahrscheinlich noch ziemlich weit unter derselben zurückbleibt. Wir werden diesem Factor jedenfalls eine gewisse Bedeutung zuschreiben dürfen, ohne dieselbe jedoch zu überschätzen.

Wir können bei unseren Untersuchungen noch einen praktischen Gesichtspunkt ins Auge fassen, indem wir uns die Frage vorlegen, ob die Vorkehrungen, die wir in unseren Häusern zu dem Zwecke angebracht haben, um uns gegen die Emanationen der Kanäle zu schützen, auch wirklich ihren Zweck erfüllen. Es soll hier nur entschieden werden, ob die Wasserverschlüsse, die in den Häusern an Ausgüssen, Closets etc. angebracht werden, stark genug sind, um dem vom Kanal herrührenden Druck zu widerstehen. Als Maassstab für diesen Druck können wir die Intensität der Luftbewegung in den Kanälen und Hausleitungen auffassen, denn ein jeder Ueberdruck im Kanal wird sich ja, sobald nur Oeffnungen vorhanden sind, durch eine Luftströmung mit dem äusseren Druck auszugleichen suchen.

Die Luft, die in dem Hausentwässerungsrohr mit einer bestimmten Geschwindigkeit gegen das Haus hinströmt oder hinzuströmen sucht, stösst bei den Wasserverschlüssen auf einen Widerstand, eine Art Manometer, und wird hier die Geschwindigkeit auf den getroffenen Körper als Druck übertragen; die Kraft, welche die bewegte Luft ausübt, ist proportional dem Producte aus der Masse der bewegten Luft in das Quadrat der Geschwindigkeit der Bewegung:

$$p = \frac{1}{2} m v^2$$ (Recknagel)[2]).

1) vgl. auch Rózsahegyi, Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege Bd. 14.

2) Poggendorff's Annalen 1880.

Hierbei bedeutet p den Druck in Kilogrammen auf 1^{qm}, m die Masse eines Cubikmeters Luft d. i. das Gewicht eines Cubikmeters Luft dividirt durch die Beschleunigung (bei 0^0 und 760^{mm} Barometerstand $= \frac{1,293}{9,81} = 0,1318$), v die Geschwindigkeit in Metern pro Secunde.

Die Maximalgeschwindigkeit in unseren Versuchen war in den Hausleitungen etwa $1,5^m$. Wir wollen dieselbe jedoch noch verdoppeln und rund mit 3^m annehmen (diese Geschwindigkeit entspricht auch der in einer Strasseneinmündung in Versuch VIII S. 128 beobachteten Maximalgeschwindigkeit, welche allerdings ihre Erklärung in den eigenartigen Verhältnissen dieses Seitenkanals findet. Derselbe war nämlich noch nicht in Betrieb gesetzt und endigte an seinem oberen Ende blind, so dass dieses Strassenrohr den einzigen Weg bildete, auf welchem an dem oberen Kanalende eine Communication nach aussen vermittelt wurde). Die Rechnung ergibt nun für den einer Geschwindigkeit von 3^m per Secunde entsprechenden Druck

$$p = \frac{1}{2} \cdot \frac{1,293}{9,81} \cdot 3^2 = 0,5931^{kg}.$$

Der Druck, der einer Windgeschwindigkeit von 3^m in der Secunde entspricht, beträgt also $0,5931^{kg}$ pro Quadratmeter; und wenn wir daraus die Höhe der getragenen Wassersäule berechnen, so erhalten wir den höchst geringen Werth von $0,59^{mm}$, d. h. eine Wassersäule von $0,59^{mm}$ reicht hin, um dem aus der Luftbewegung in dem Hausrohr entstehenden Druck das Gleichgewicht zu halten.

Bei dem Umstande, dass ausser der hier entwickelten Recknagel'schen Formel zur Umwandlung der Windgeschwindigkeit in Druck noch einige andere, von ihr in den Resultaten abweichende bestehen, wollen wir die Resultate, die nach diesen verschiedenen Methoden erhalten werden, neben einander stellen.

	Windgeschwindigkeit in Metern pro Secunde	Druck in Kilogramm pro Quadratmeter oder Höhe der getragenen Wassersäule in Millimetern
Nach Recknagel $p = \frac{1}{2} m v^2$ . .	3	0,59
Nach Wolpert[1]	3	1,17
Nach Scott[2]	3	1,2
Nach Smeaton[3]	3	1,47
Nach Buys-Ballot[4] $p = -1,00 + 0,45\,v + 0,20\,v^2$.	3	2,15

1) a. a. O. S. 238.

2) Jelinek, Anleitung zur Anstellung meteorologischer Beobachtungen S. 117.

3) Lang, Ueber natürliche Ventilation S. 65.

4) Jelinek a. a. O.

Die Formel von Buys-Ballot gibt nach Jelinek zu grosse Werthe des Winddruckes, und auch die anderen Umwandlungen liefern höhere Zahlen als die erstgefundene gewesen; aber selbst wenn wir die höchste nehmen, so ist der Werth derselben gegenüber der Wasserhöhe von 5 bis 10^{cm} ein höchst geringer.

Auf Grund dieser Berechnungen können wir also die Behauptung aussprechen: die in den Kanälen vorhandenen Luftbewegungen sind nicht die Veranlassung, dass die 5—10^{cm} und mehr betragenden Wasserverschlüsse in unseren Häusern insufficient werden; die Gründe hierfür müssen in anderen Momenten gesucht werden[1]).

Wir haben an der Hand dieser Untersuchungen ein Bild gewonnen über die Luftströmung in den Kanälen und deren Anschlüssen und über die Kräfte, welche dieselbe veranlassen. Es gestaltet sich das Zusammenwirken so verschiedener, verschieden mächtiger und an verschiedenartigen Angriffspunkten wirkender Factoren zu einem recht complicirten Vorgange, bei welchem es nicht leicht ist, jedem einzelnen der mitspielenden Momente in jedem Falle die richtige Bedeutung zu vindiciren.

Die wichtigsten Verhältnisse, deren Einflussnahme auf die Luftbewegung besonders behauptet oder bestritten werden muss, seien hier nochmals zusammengefasst.

Es ist zuvörderst zu betonen, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen ein Sielsystem wie das hier untersuchte keine constante oder auch nur einheitliche Luftströmung darbieten kann, weder in den Kanälen selbst, noch auch in den Anschlüssen, Abzweigungen etc. Es tritt dies zu Tage, wenn wir die Luftströmungen der Wintermonate mit denen der Sommermonate vergleichen, wenn wir ferner die Versuche zu verschiedenen Zeiten derselben Periode, ja desselben Tages und an verschiedenen Stellen desselben Sielstranges einander gegenüberstellen, wenn wir ferner erwägen, dass wir künstlich, durch geringfügige Manipulationen, die Luftströmung beeinflussen können.

Dass in einem und demselben Kanalstrang verschiedene Stellen zur selben Zeit verschiedene Luftströmungen zeigen, ist in dem discontinuirlichen Charakter des Siels begründet. Die zahlreichen Ventilationsöffnungen, Haus- und Strassencommunicationen ermöglichen es, dass sich in relativ kurzen Strecken eigene Luftcirculationsverhältnisse ausbilden, mehr weniger unabhängig von denen benachbarter Partien.

Unter denjenigen Factoren, welche die Luftbewegung veranlassen, ist der Temperaturdifferenz eine wesentliche Rolle zu-

1) Renk, Hygienische Tagesfragen. II. Die Kanalgase.

zuschreiben. Temperaturdifferenzen zwischen Sielluft und atmosphärischer Luft werden für den grösseren Theil des Jahres vorherrschend sein. Im Sommer besitzt die äussere Luft eine höhere Temperatur, im Winter der in dem Erdboden eingebettete Kanal. Dadurch sollte je nach der Jahreszeit und eventuell sogar Tageszeit die Kanalluft eine bald auf-, bald abwärts gerichtete Bewegung zeigen. Im Winter sollte die leichtere Kanalluft nach aufwärts strömen, von der schwereren äussern Luft nach oben gedrängt werden, im Sommer im entgegengesetzten Sinne sich bewegen. Diesem Bestreben arbeiten aber wieder zahlreiche mächtige Einflüsse entgegen, so dass die beobachtete Luftströmung oft das Gegentheil darbietet von der theoretisch zu erwartenden.

Es wirken hier abermals Temperaturdifferenzen mit; dort, wo noch directe Communicationen zwischen Haus und Siel bestehen, wird sich der Einfluss der Temperatur im Hause, im Abtrittraum, in der Abtrittröhre geltend machen, und da in den meisten Fällen, unabhängig von der Jahreszeit, im Hause eine höhere Temperatur herrscht als im Siele, diese auch noch künstlich durch Erwärmung der Luft im obersten Theile des Abtrittrohrs herbeigeführt wird, so ist eine Ventilation durch Abtrittröhren, ein Aufsteigen der Kanalluft, ein Hinausleiten derselben über Dach wohl möglich. Doch auch in diesen Theilen des Kanalsystems ist keine Constanz in den Befunden vorhanden, wohl hauptsächlich aus dem Grunde, weil hierbei die verschiedenartigsten Modificationen bestehen können. Die Situation der Abtritte ist in den einzelnen Häusern eine sehr verschiedene: oft in der Nähe einer Wärmequelle (Küche, Kesselhaus u. dgl.) gelegen, behalten sie Sommers und Winters eine höhere Temperatur; oft in einer Art Anbau untergebracht, besitzen sie im Winter eine niedrigere Temperatur, als sie im Kanal vorherrschend ist (s. auch Versuch III von Lissauer[1]) mit + 4° R. und mit Richtung der Luftströmung nach abwärts gegen den Kanal).

Diese Hausentwässerungsröhren können aber, wenn sie in überwiegender Anzahl eine Luftströmung unterhalten, dadurch, dass sich ihre Wirkungen summiren, der Luftströmung im Kanal selbst ihre Directive geben und so den Einfluss der Temperaturdifferenz zwischen Kanalluft und atmosphärischer Luft eliminiren oder bedeutend herabmindern.

Es ist eine nothwendige Consequenz, dass diesem Wechsel in den für die Richtung der Luftbewegung maassgebenden Factoren Rech-

1) Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege Bd. 13 S. 350.

nung getragen werden muss in jenen Fällen, wo durch künstliche Anlagen (Schlote, Thürme, Ventilationsröhren) der Kanalventilation ein bestimmter Gang vorgeschrieben werden soll. Ist die Ventilation von der Wirkung der Temperaturdifferenz zwischen Kanal- und äusserer Luft abhängig, dann kann sich leicht und oft der Fall ereignen, dass der Luftstrom in seiner Richtung eine vollständige Umkehrung zeigt.

Die Annahme, als müsse im Siel deshalb ein aufsteigender Luftstrom herrschen, weil die Sielluft wegen ihres grösseren Gehaltes an Wasserdampf meistens leichter sei als die äussere Luft, ist nicht stichhaltig; sie könnte nur für jene Fälle ins Feld geführt werden, wo die Sielluft und die äussere Luft dieselbe Temperatur besitzen, was höchst selten vorkommt. Den durch Temperaturdifferenzen bedingten Gewichtsänderungen gegenüber ist aber der durch den Wassergehalt bedingte Gewichtsunterschied ein so geringer, dass er von keinem Einflusse sein kann, und wird derselbe ausserdem durch die physikalische resp. chemische Beschaffenheit der Kanalluft (Kohlensäuregehalt etc.) reichlich compensirt.

Das im Kanal zur Abschwemmung dienende Wasser theilt der Luft seine Bewegung mit und verleiht derselben also eine absteigende Tendenz, welche die durch Temperaturdifferenzen intendirte Bewegung bald fördert, bald hindert; doch bleibt seine bewegende Kraft hinter der in den Temperaturdifferenzen gelegenen meist weit zurück.

Bei richtigen Wasserverschlüssen im Hause ist der vom Kanal aus gegen das Haus oder die Strasse hin gerichtete Luftstrom resp. Luftdruck auch nicht im entferntesten im Stande, dieselben zu überwinden. Wenn Wasserverschlüsse insufficient werden, so liegt dies in der mangelhaften Construction und den Verhältnissen im Hause selbst.

Der Schlussfolgerungen in e p i d e m i o l o g i s c h e r Beziehung kann ich mich in dieser Arbeit mit Hinweis auf die in der ersten Abhandlung[1]) angeführten enthalten. Nur dies könnte noch hervorgehoben werden: wenn die in den Münchener Sielen gemachten Beobachtungen sich auf andere Städte übertragen lassen, dann ist es bei dem durch die natürlichen klimatischen Verhältnisse bedingten, steten W e c h s e l in den K a n a l g a s s t r ö m u n g e n nicht möglich, dass eine ausschliesslich nach g e w i s s e n L o c a l i t ä t e n, n a c h g e w i s s e n R i c h t u n g e n hin erfolgende Ausbreitung epidemischer Krankheiten ihre Ursache in der Strömung, speciell in dem c o n s t a n t e n A u f s t e i g e n d e r K a n a l g a s e habe.

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 17 S. 413.



Histiologische und physiologische Studien.

Von

G. Valentin.

Zweiundzwanzigste Abtheilung.

XLV. Die Orte und Breiten der Blutbänder.

Drei, mit verschiedenen genauern Messungsvorrichtungen versehene Spectroskope lieferten den grössten Theil der in dieser Abhandlung angeführten Zahlenwerthe.

1. Ein Modelspectroskop von Browning [1]), das zwei, stark zerstreuende, in einem schützenden Kasten eingeschlossene Flintglasprismen enthält. Die Spectralspalte, an deren unterer Hälfte sich ein Vergleichsprisma anbringen liess, wurde durch eine in zehn Grade getheilte Trommel erweitert oder verengt. Ich maass die Hauptbreiten mit einem Schraubenmikrometer, das $^1/_{1000}$ Pariser Linien unmittelbar und $^1/_{10000}$ mittels des Nonius angab, indem ich den abgenommenen Spaltenträger unter einer schwachen Vergrösserung eines grossen Schieck'schen Mikroskopes betrachtete. Die in Millimeter verwandelten Linienwerthe geben $0{,}241^{mm}$ für die erste, $0{,}493^{mm}$ nach der zweiten, $0{,}740^{mm}$ nach der dritten und $0{,}982^{mm}$ nach der vierten Umdrehung. Man hatte daher 0,241 für die ersten, 0,252 für den zweiten, 0,247 für den dritten und 0,242 für den vierten Umgang, also im Durchschnitt 0,245 oder $^1/_4{}^{mm}$. Ein jeder Grad der Trommelumdrehung entsprach also $^1/_{40}{}^{mm}$. Da er so lang war, dass man noch $^1/_5$ desselben mit ziemlicher Sicherheit schätzen konnte, so ging die angeführte Bestimmung der Spaltbreite bis auf $^1/_{200}{}^{mm}$ herab.

---

1) Spectroskopes and Spectrum-Apparatus. London. 8. S. 5. Fig. 4.

Der aus zwei Linsen bestehende automatische Collimator hatte eine Hauptbestandweite von 33 cm. Ich liess das den Spalt führende Ansatzstück an dem Collimatorrohre so verschiebbar machen, dass jenes in diese Entfernung von dem Collimator gebracht werden konnte und daher die von jedem Punkte der Spaltebene ausgehenden Lichtstrahlen auf der anderen Seite des Collimators parallel austraten.

Das Ablesungsfernrohr besitzt zwei Oculare von ungleicher Stärke. Jedes von ihnen enthält ein Andreaskreuz von Fäden in seiner Blendung, um die zu messenden Spectralstellen mit dem Kreuzungspunkte desselben zur Deckung zu bringen. Sowohl die Collimatorröhre als das Fernrohr lassen sich in cylindrische Verlängerungen des Schutzkastens der Prismen einschrauben, so dass alles Seitenlicht ausgeschlossen bleibt. Der Tisch, auf dem das Ganze ruht, besitzt eine mit einer drehbaren Ablesungslupe versehene Kreisbogentheilung, welche die unmittelbare Ablesung des zwanzigsten Theiles eines Grades und die Schätzung eines sechzigsten Theiles desselben gestattet. Da ein Theilgrad einem Bogengrade entsprach, so war die unmittelbare Ablesung bis auf drei Minuten und die Schätzung bis auf eine möglich, wenn die die Drehung bewirkende Schraube einen gleichförmigen Gang besass.

Das Spectrum hat eine so bedeutende Länge, dass schon verhältnissmässig kurze Strecken desselben das ganze Gesichtsfeld ausfüllen. Das bei irgend günstigem Tageslicht sichtbare Blau und Violett besitzen mehr als die doppelte Länge wie dieses, so dass die übrigen lichtstärkeren Farben bei der Einstellung auf einen Bezirk desselben abgeblendet sind.

Ich habe einen Ansatz an das Spectralrohr anbringen lassen, in dem ich einen nach allen Richtungen mittels eines Kugelgelenkes drehbaren ebenen Spiegel einfügen und das Spectrum auf diese Weise mit Sonnenlicht erhellen kann. Wird die Beleuchtungsstärke zu gross, so leidet darunter die Farbenerkenntniss, wie bei allen anderen Spectroskopen. Zu starkes Sonnenlicht kann nicht bloss alles mit vielem Weiss vermischt oder ganz blendendweiss erscheinen lassen, sondern auch sonst sichtbare Schattenstreifen unkenntlich machen. Diese erschienen dagegen oft schärfer in dem gemässigteren

helleren Lichte der Sonne oder einer Gaslampe. Die lichtschwachen Theile des Endes des Violett werden dann deutlicher und auf einer längeren Strecke gesehen.

Die nach dem Gebrauche von vier Prismen entworfene Tafel von Kirchhoff[1]) enthält 50 Fraunhofer'sche Linien zwischen *E* und *b*. Ich unterschied 30 in dem Modelspectroskop, wenn ich eine passende Sonnenbeleuchtung hergestellt hatte. Kirchhoff zeichnet 251 zwischen *D* und *E*. Ich zählte 112 sicher gesonderte und eine Anzahl nicht zuverlässig auflösbarer Linien. Ich fand noch 66 zwischen *C* und *D* und 105 zwischen *b* und *E*. Die *D*-Linie erschien bei dem Gebrauche des stärkeren Oculares doppelt und mit einem für die Nickellinie übrig bleibenden Zwischenraume von ungefähr einer Bogenminute. Die Spaltbreite betrug $^1/_{25}$ mm.

2. Ein kleiner Meyerstein'scher Spectrometer[2]), der unter dessen geneigter Betheiligung von seinen Nachfolgern Bartels und Diederichs[3]) angefertigt worden. Die mit einer doppelten Noniusablesung versehene, sorgfältig ausgeführte Theilung zeigt halbe Bogengrade unmittelbar an und gestattet den dreissigsten Theil derselben oder eine Minute durch die dreissig Theilstriche eines jeden Nonius zu bestimmen. Der Theilkreis lässt sich von freier Hand für die gröbere und mittels einer Mikrometerschraube für die feinere Einstellung drehen. Der das Prisma aufnehmende Tisch ist ebenfalls drehbar, so dass man jenes auf den Winkel der kleinsten Ablenkung bringen kann. Drei anklemmbare Stücke, von denen zwei beweglich und dann mit einer Klemmschraube festzustellen sind, enthalten das Spaltrohr mit dem Collimator, das mit einer durch totale Reflexion sichtbar zu machenden Scala versehene Rohr und das Beobachtungsfernrohr.

1) Kirchhoff in den Abhandlungen der Berliner Akademie 1861 (Berl. 1862) 4° S. 563—591 Taf. I u. II; vgl. auch z. B. A. Wüllner's Lehrbuch der Experimentalphysik 2. Aufl. Bd. 2 (Leipzig 1874) 8° Taf. II u. III.

2) Meyerstein in Poggendorff's Annalen Bd. 98 (Leipzig 1856) 8° S. 91 bis 98; M. Meyerstein, Das Spectrometer (2. Aufl.) und ein Ocular (Göttingen 1870) S. 1—24; vgl. auch H. Landolt in Liebig's Annalen. Suppl.-Bd. 4 (Leipzig und Heidelberg 1865, 1866) S. 6—9 Taf. I Fig. 1 und Bd. 189 (1877) S. 309; Wüllner a. a. O. Bd. 2 S. 129.

3) Bartels u. Diederichs in Göttingen, Preisverzeichniss der mathemat.-physik. Anstalt [Abtheil. f. Physik u. Optik] (Göttingen 1880) 8° Nr. 18 S. 10.

Collimator und Fernrohrlinsen sind natürlich von Glas. Gebrauche ich sie, so schalte ich gewöhnlich ein stark zerstreuendes Flintglasprisma, dessen brechender Winkel 60° beträgt, oder ein Meyerstein'sches Klemm-Hohlprisma für Flüssigkeiten ein. Ich liess mir aber auch einen Collimator, eine Objectivlinse, ein Collectiv von Quarz anfertigen, die ich statt der Glaslinsen gebrauchen konnte, um noch die Vorrichtung für Untersuchungen in dem ultravioletten Spectrum benutzen zu können. Alle diese Quarzlinsen waren senkrecht auf die optische Achse geschnitten und zeigten daher das schwarze Kreuz und die gleichgefärbten Ringe in dem Nörrenberg'schen Polarisationsmikroskop. Als Prisma diente dann ein Quarzprisma, dessen sämmtliche Kanten oder ein Kalkspathprisma, dessen eine Kante senkrecht auf die optische Achse geschliffen war und die helle D-Linie einfach gab. Ein anderes angeblich parallel der optischen Achse geschnittenes Quarzprisma lieferte eine sehr breite helle D-Linie bei breiter und zwei gesonderte D-Linien bei schmaler Spalte, zum Beweise, dass hier doppelte Bilder erzeugt wurden, was auch bei anderen Prismen der Art wiederkehrt. Ich habe es daher nicht für genauere Untersuchungen gebraucht. Ein Uranglas und ein mit Quarzwänden, die senkrecht auf die optische Achse geschnitten waren, versehenes Gefäss, dessen Hohlraum genau 1^{cm} im Lichten hat und das zur Aufnahme einer fluorescirenden Aesculinlösung diente, standen zur Einschaltung zu Gebote. Ebenso kann ich noch eine cylindrische mit Quarzplatten geschlossene Röhre zu Hilfe ziehen.

Die später zu erläuternden Verhältnisse der Blutbänder bewogen mich, es durch das Genfer Atelier du Physique einrichten zu lassen, dass ich das von Soret[1]) angegebene fluorescirende Ocular statt des Quarz- oder Glasoculars einschalten konnte, sei es, dass ich die für die Aesculinlösung bestimmte durchsichtige Kapsel so nahe als möglich an die Oeffnung der Blendung des Oculars einschob oder nicht oder daselbst eine Uranglasplatte anbrachte.

1) J. L. Soret, Spectroscope à oculaire fluorescent. Bibliothèque universelle de Genève; Archives des sciences physiques et naturelles Tome 57 (Genève 1876) p. 320.

3. Die meisten und wesentlichsten Zahlenbestimmungen dieser Abhandlung sind mit dem Abbé-Zeis'schen Mikrospectroskope oder Spectralocular[1]) erhalten worden. Rollett[2]) hat es auch schon für die Bestimmung der Lagen der Blutbänder, besonders in seinen Zeichnungen und Preyer[3]) für seine Erläuterungen der Farbenblindheit gebraucht. Man kann die in dem Ocular befindliche Scala durch einen Seitenspiegel mehr oder minder erhellen. Sie zeigt die Wellenlängen der einzelnen Farbenstrahlen, also auch die entsprechenden Orte der Absorptionsstreifen nach den Zahlen von Angström[4]), an. Hat man schwach schattige Bänder, so darf man nicht die Scalenlinie zu hell beleuchten, weil das grelle Licht die genaue Erkenntniss des Absorptionsstreifen beeinträchtigt. Eine mässige nur für die Wahrnehmung der Theilstriche hinreichende Beleuchtung führt aber zu dem richtigen Ziele.

Alles kommt natürlich auf die genaue Einstellung der Scala an. Die D-Linie, wie man sie in den gewöhnlichen Spectroskopen einfach sieht, hat eine Wellenlänge von 0,0005888 ^{mm} nach Fraunhofer und Schwerd[5]). Die zwei D-Linien entsprechen 0,00058 und 0,00059 nach Kirchhoff, 0,0005879 und 0,0005881 nach Angström[6]), 0,0005889 und 0,0005895 nach Thalén[7]) und 0,0005894 oder 0,0005891 nach Weinberg[8]). Man kann sich

1) Illustrirter Katalog der Mikroskope und Nebenapparate aus der optischen Werkstätte von C. Zeis (Jena 1879) S. 11 und letzte Abbildung.

2) A. Rollett in L. Hermann's Handb. d. Physiologie Bd. 4 Thl. I (Leipzig 1880) S. 42, 56, 62, 64, 65, 66.

3) Preyer in Pflüger's Archiv Bd. 25 (Bonn 1881) S. 41, 69.

4) A. J. Angström in Poggendorff's Annalen Bd. 123 (Leipzig 1864) S. 489 bis 498 und dessen „Recherches sur le Spectre normal du Soleil." (Berlin 1869) S. 1—57; vgl. auch hiermit die Angaben von Thalén: „Nova Acta Soc. Upsaliensis"; Vol. VI Upsaline 1864 Nr. 1 p. 17.

5) F. M. Schwerd, Die Beugungserscheinungen aus den Fundamentalgesetzen der Undulationstheorie analytisch entwickelt (Mannheim 1834) S. 129.

6) Angström in Poggendorff's Annalen a. a. O. S. 498.

7) Thalén a. a. O. S. 19. Die Zahlen von Ditersheimer und Stefan, siehe bei Wüllner a. a. O. Bd. 2 S. 413.

8) Max Weinberg, Ueber Methoden der Messung der Wellenlängen des Lichtes mittels Interferenzstreifen (Wien 1879) S. 31, wo auch die Werthe von Angström, Bernard, Eischbach und Stefan nebst den eigenen für die Linien B bis H angegeben sind.

statt dessen einer kürzeren und daher bequemeren Ausdrucksweise bedienen, wenn man den tausendsten Theil des Millimeters oder den Mikromillimeter, wie die Mikroskopiker es nennen, als Einheit zu Hilfe zieht. Bezeichnet man ihn mit $mk_1\, mm$ und daher den tausendsten Theil desselben mit $mk_2\, mkm$. so kann man die Wellenlänge der *D*-Linie kurz 589 $mk_2\, mm$ schreiben. Die Scala des Spectraloculars gibt dabei den Werth 58 durch seine Theilstriche unmittelbar an, während man die dritte Zahl 9 schätzen muss. Die Wellenlängen ändern sich um so langsamer, je weiter man von dem Roth nach dem Violett fortschreitet. Die Zwischenräume zwischen zwei Scalenlinien verkleinern sich, je näher man dem Anfangsroth kommt. Die Schätzung eines Bruchtheiles desselben wird also um so schwieriger. Ich habe daher oft ein kleines astronomisches Fernrohr zur Ablesung zu Hilfe gezogen. Dieses erzeugt jedoch den Nachtheil, dass die Linsen desselben eine gewisse Menge Licht verschlucken und daher die nicht tiefschwarzen Bänder und Randtheile unkenntlich machen.

Man stellt am besten die Scala mittels der hellen *D*-Linie genau ein und erzeugt diese besser durch kohlensaures, schwefelsaures oder boraxsaures Natron, als durch Kochsalz, weil dieses durch sein Decrepitiren, wenn es nicht in Auflösung gebraucht wird, leicht stört. Wir werden übrigens sehen, dass der Anfangsrand des tiefschwarzen zweiten Blutbandes zu demselben Zwecke dienen kann. Habe ich die *D*-Linie möglichst genau auf 589 eingestellt, so erkenne ich in dem Spectraloculare, dessen Spalte ungefähr $^1/_4$ mm breit geöffnet ist, bei gutem Tageslichte die *C*-Linie bei 666, *E* bei 527, *b* bei 517 und *F* bei 486. Ich wählte für die folgenden Zahlenbestimmungen eine Spaltenbreite, bei der nicht bloss diese Linien, sondern auch noch eine Reihe feinerer sichtbar waren.

Die drei Amici'schen Prismen, welche das Ocular enthält und die gerade Durchsicht möglich machen, und die Glaslinsen der Vorrichtung verschlucken natürlich viel Licht, so dass der sichtbare Theil des blauvioletten Endstückes des Spectrums bloss bis 430 bei gewöhnlichem Tageslichte reicht. Ich habe daher das Spectralocular stets frei und wagerecht gestellt, und nur in einem später zu erwähnenden Ausnahmsfalle am Mikroskope für diese

Untersuchungen gebraucht. Wollte ich das violette Ende weiter übersehen, so warf ich Sonnenlicht mittels eines Spiegels ein oder liess unmittelbar die Lichtstrahlen des brennenden Magnesiumdrahtes einfallen. Man kann es dann in günstigen Fällen bewirken, dass das Spectralende bis nahe an 390 reicht. Ungünstige Fälle machen zwar das Spectrum heller, führen es aber dabei nicht über 430 hinaus.

Die älteren Spectraloculare waren so eingerichtet, dass sich die Bedeutung des Scalengrades mit der Einstellung für die Sehweite des beobachtenden Auges änderte. Dieser Uebelstand ist in den neueren Vorrichtungen beseitigt. Ich habe mich eines solchen von der Sehweite unabhängigen Spectraloculars bedient.

Indem das Abbé-Zeis'sche Spectralocular die Orte des Spectrums und die Breiten heller oder dunkler Bänder desselben in den absoluten Werthen der Wellenlängen angibt, liefert es ein allgemein gültiges unveränderliches Maass. Alle anderen Bestimmungsvorrichtungen der übrigen Spectroskope gewähren diesen Vortheil nicht. Ihre Angaben sind nur individuelle, die keinen klaren Begriff der Lage liefern. Die durch gänzliche Zurückwerfung sichtbar gemachte Theilung oder die Bogengrade sind willkürlich. Der Hauptnachtheil besteht aber darin, dass die Anzeigen mit der Verschiedenheit des Zerstreuungsvermögens des oder der Prismen für einzelne Farben, also Spectralbezirke wechseln, man also immer nur ein auf eine einzelne Vorrichtung passendes Bild erhält.

Der Hauptzweck dieser Arbeit besteht darin, die Orte und Breiten der Blutbänder in den allgemein gültigen Aequivalenten ihrer Wellenlängen festzustellen. Man wird sehen, dass diese rein objective Bestimmung manche Angaben über Verrückbarkeit der Bänder beseitigt und anderseits eine überraschende Unveränderlichkeit des Anfangsendes des zweiten Blutbandes anzeigt. Ich habe auch die Maasse einiger durch äussere Einwirkungen geänderter Streifen angegeben, dagegen Bilder der Art, die mir keine beständigen Werthe gaben oder für die ich kein reines Material erhalten konnte, übergangen.

Die Lichtstärke kann einen wesentlichen Einfluss auf die uns hier beschäftigenden Beobachtungen ausüben. Ist sie zu schwach, so dehnen sich die Schattenfelder weiter aus. Eine zu grosse Beleuchtungsstärke, wie man sie leicht durch die Einleitung von Sonnenlicht mittels eines Spiegels oder durch Magnesiumlicht erzeugt, kann vorhandene Schattenstreifen unsichtbar und zuletzt die Farben selbst wegen des Vorherrschens des blendenden Weiss unkenntlich machen. Eine mässig helle Beleuchtung hingegen, z. B. durch eine passende Gasflamme lässt bisweilen die Blutbänder in Fällen wahrnehmen, in denen sie nicht mehr, selbst bei günstigem Tageslichte, in ihrer ganzen Breite oder gar nicht gesehen werden. Die Einschaltung eines hellblauen Glases leistet hin und wieder den gleichen Dienst. Beide können das Verfahren, sehr matte Bänder durch wiederholte Zurückwerfung der Strahlen kenntlich zu machen, das ich an einem andern Orte[1]) angegeben habe, in Einzelfällen ersetzen.

Sieht man die passende Lichtstärke als unveränderlich an, — ich arbeite in der Regel mit einer solchen, dass das Spectrum des Spectraloculars von 680 oder 660 bis 430 reicht — so hängt das spectroskopische Bild einer gegebenen Blutmasse oder der Wasserverdünnung derselben von zwei Bedingungsgliedern ab, der Concentration des hier in Betracht kommenden Farbestoffes, den man Hämatoglobin für das venöse Blut oder, richtiger gesagt, für das sauerstofffreie und Oxyhämoglobin für das arterielle oder das sauerstoffhaltige überhaupt genannt hat, und der Dicke der untersuchten Flüssigkeitsschicht, also der Weglänge der durchtretenden Lichtstrahlen. Wir wollen uns dieses zunächst in zwei in Mikromillimetern, also $mk_2 mm$ ausgedrückten Beispielen, welche frisches, geschlagenes Rindsblut betreffen, klar machen. Ich nenne dabei der Kürze wegen hier und im Folgenden Roth den ganzen Bezirk von Roth und Orange und selbst Gelb und Grün.

---

1) Virchow's Archiv Bd. 26 (Berlin 1863) S. 58.

1. Einfluss der Dichtigkeit.

Beob-achtungs-nummer	Dichtigkeit der Wasserverdünnung in Procenten des Blutes ausgedrückt	Wirkung auf das Spectrum bei einer Flüssigkeitsdicke von 14 Millimetern	6 Millimetern
1	Unverdünntes Blut	Macht das ganze Spectrum unsichtbar	
2	64%	dsgl.	
3	32%	Schwaches Roth von ungefähr 670 bis 595	Noch kenntliches Roth von 670 bis 595
4	16%	Roth 670 — 595; das übrige dunkel	
5	8%	dsgl.	
6	4%	dsgl.	Roth 670 — 595 Dunkel 595 — 568 und 550 — 527
7	2%	Roth 670 — 595 Erstes Band 595 — 565 Zweites Band 550 — 522	Roth 670 — 595 Erstes Band 595 — 569 Zweites Band 550 — 525
8	1%	Roth 680 — 588 Erstes Band 588 — 569 Zweites Band 550 — 525	Roth 680 — 588 Erstes Band 587 — 570 Zweites Band 550 — 529
9	½%	Roth 690 — 589 Erstes Band 588 — 571 Zweites Band 550 — 530	Roth 690 — 589 Erstes Band 588 — 572 Zweites Band 550 — 532
10	¼%	Roth 680 — 585 Erstes Band 585 — 570 Zweites Band 550 — 530	Roth 680 — 585 Erstes Band 583 — 573 Zweites Band 550 — 533
11	⅛%	Roth 670 — 585 Erstes Band 585 — 573 Zweites Band 550 — 555	Der Schwäche der Schattenränder wegen nicht mehr mit Sicherheit messbar.

Diese Tabelle erhärtet schon eine Reihe von Normen, die wir in den folgenden, auf anderen Wegen gewonnenen Erfahrungen wiederfinden werden.

a) Obgleich sich der Anfang des sichtbaren Roth nur unsicher in dem Spectralocular erkennen lässt, so deutet doch der Vergleich der unter 4 bis 7 und 11 angegebenen Werthe mit denen von 8, 9 und 10, dass es eine gewisse Dichtigkeit der Blutverdünnung bei fortschreitendem Wasserzusatze gibt, welche das Anfangsroth weiterhin nach dem Spectralanfange erkennen lässt, als eine Wässerung von grösserer und von geringerer Dichtigkeit.

b) Die Lagen und die Breiten der von einander gesonderten Blutbänder änderten sich nur in untergeordnetem Grade, die Flüssig-

keit mochte 1 %, ½ %, ¼ % oder ⅛ % Blut führen. Wir wollen daher diesen Schwankungsumfang den nahezu unveränderlichen Bezirk der Blutbänder nennen.

c) Man hat im Anfange ein einziges, die Gegend der beiden Blutbänder einschliessendes und sie selbst überschreitendes dunkles Band. Wächst die Wasserverdünnung, so bricht dieses mit einem schmalen, lichten Streifen, dessen gegen das violette im Spectralende gelegener Anfangsrand bei 550 steht auseinander. Nimmt die Dichtigkeit der Flüssigkeit noch mehr ab, so wird dieser helle Zwischenraum immer breiter, bis der nahezu unveränderliche Bezirk der Blutbänder erreicht ist. Der Anfangs- und der Endrand des ersten und der letztere des zweiten Bandes ändern sich dabei. Der Anfangsrand von diesem bleibt aber bei 550 jetzt und bis die Endbezirke so schwachschattig sind, dass die Maassbestimmungen überhaupt unsicher werden. Es kommt höchstens vor, dass man zwischen 550 und 545 zweifelhaft bleibt. Wir wollen daher 550 den nahezu unveränderlichen Ort des zweiten Blutbandes nennen.

Keine dieser drei Eigenthümlichkeiten ist bis jetzt, so viel ich weiss, hervorgehoben worden[1]). Die annähernde Beständigkeit der Blutbänder innerhalb weiter Verdünnungsgrenzen erhellte schon aus den Schätzungsbestimmungen, die ich bei meinen ersten Untersuchungen auf diesem Gebiete machte[2]).

Man kann den Satz, dass die der einen Seite eines Dreieckes parallele Transversale ein diesem ähnliches Dreieck abschneidet, benutzen, die verschiedenen Schichtdicken derselben Blutverdünnung zu bestimmen.

Zwei congruente, annähernd planplane, in Seitenwänden von Messing gefasste Gläser wurden unten mit ihren geschliffenen Rändern zu einer prismatischen Form wasserdicht zusammengefügt. Eine in Millimeter getheilte Scala befand sich an dem einen

1) Das schematische Verdunkelungsbild, wie es z. B. Rollett a. a. O. S. 48 Fig. 6 für verschiedene Dichtigkeiten gibt, zeigt den nahezu beständigen Bezirk der Blutbänder nicht an. Dagegen wird der Anfangsrand des zweiten Bandes bei 550 in Fig. 5 angegeben.

2) Der Gebrauch des Spectroskopes zu physiologischen u. ärztlichen Zwecken (Leipzig u. Heidelberg 1863) S. 78.

äussersten Seitenrande der einen Glasplatte des prismatischen Troges unverrückbar befestigt. Ihr Nullpunkt lag an dem untersten Ende des Ganzen.

Nennt man die Gesammtlänge der Glasplatte s, die Entfernung des Nullpunktes von dem Spiegel der in dem Troge enthaltenen Flüssigkeit bei senkrechter Stellung der Vorrichtung m, die Länge der Linie, welche zwei von den Enden gleich weit entfernte Punkte der freien inneren Ränder der beiden Glasplatten verbindet, p, und x die ihr parallele Länge des Flüssigkeitsspiegels oder die Weglänge des Lichtes, so hat man:

$$s : m = p : x.$$

Also
$$x = m \cdot \frac{p}{s}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1$$

wobei der echte Bruch $\frac{p}{s}$ eine beständige Grösse für jede einzelne Vorrichtung bildet. Er glich $^4/_9 = 0{,}44 \ldots$ in dem von mir gebrauchten Troge, so dass $x = 0{,}44 \ldots m$ wurde.

Nennt man α den Winkel, unter welchem die beiden Glasplatten des Troges mit einander zusammenstossen, so hat man:

$$\sin \cdot \frac{\alpha}{2} = \frac{p}{2 \cdot s}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2$$

Die Vorrichtung, welche zu den bald anzuführenden Bestimmungen diente, besass also einen unteren Prismawinkel, dessen Hälfte den Bruch $^2/_9$ als Sinus hatte. Er glich also im Ganzen $12{,}50^0$.

Die Aehnlichkeit der Dreiecke und die Beständigkeit des Bruches $\frac{p}{s}$ in jeder einzelnen Vorrichtung führen zu dem Schlusse, dass sich die Weglängen des Lichtes für zwei ungleich hohe Flüssigkeitsspiegel wie deren (von der Scala angezeigten) Abstände von der unteren Kante oder wie deren Höhen verhalten. Man kann sie daher hiernach berechnen, wenn man die Oeffnungsweite des Troges zum Ausgangspunkte nimmt.

Ich stellte diesen vor der Spaltöffnung des Spectraloculars so auf, dass der Spiegel der enthaltenen Flüssigkeit ungefähr in gleicher Höhe, wie die Mitte der die Wellenlängen anzeigenden Scalenstriche stand. Um dieser Bedingung rasch genügen zu können, hatte ich das Spectralocular wagerecht in der Zunge eines Statives

eingeklemmt, dessen Arm mittels eines Zahntriebes nach und nach gehoben und gesenkt wurde. Man sah dann die Blutbänder in der unteren, nicht aber in der oberen Hälfte des Gesichtsfeldes. Ich goss zuerst nur so viel Flüssigkeit ein, dass sie einen kleinen untersten Theil des Troges ausfüllte und erhöhte nach und nach den Spiegel durch Hinzugiessen. Eine solche Versuchsreihe gab z. B.

Beobachtungs-nummer	Dicke der Flüssigkeits-schicht in Millimetern	Roth bis Gelb	Blutbänder	
			Erstes α	Zweites β
I. Ganz frisches geschlagenes Rindsblut. 4 % Wasserverdünnung desselben.				
12	4,0	670 — 589	589 — 570	550 — 528
13	6,7	670 — 589	589 — 569	550 — 528
14	9,8	670 — 589	589 — 565	550 — 525
15	12,4	670 — 589	589 — 564	550 — 520
16	15,6	670 — 589	Ein einziges Band von 589 — 515	
17	19,1	675 — 589	Das Uebrige dunkel	
18	25,4	dsgl.	dsgl.	
19	28,0			
20	32,0			
21	32,4			
22	34,9	Der Anfang des weniger leuchtenden Roth weniger von dem Ultraroth abstehend		
23	35,8	dsgl.	dsgl.	
24	37,5			
II. Dasselbe hellrothe Rindsblut am folgenden Tage untersucht				
25	4,0	670 — 589	588 — 570	550 — 532
26	8,4	dsgl.	589 — 570	550 — 529
27	12,9		590 — 569	550 — 529
28	21,6		590 — 567	550 — 521
29	22,4		590 — 560	550 — 518
30	26,4	710 — 591	Ein dunkles Band von 590 — 518	
31	28,4	710 — 590	Das Uebrige dunkel	

Beobachtungsnummer	Dicke der Flüssigkeitsschicht in Millimetern	Roth bis Gelb	Blutbänder Erstes α	Blutbänder Zweites β
32	31,3	710 bis ungefähr 590	Das Uebrige dunkel	
33	73,6	dsgl.	dsgl.	
34	39,0			
III. Dasselbe Blut, aber in nahezu doppelter Dichtigkeit, so dass 5 % Blut auf 92 % Wasser kommen.				
35	4,0	670 — 589	590 — 570	550 — 530
36	6,7	670 — 589	593 — 558	550 — 522
37	12,4	690 — 594	Ein dunkles Band von 594 — 510	
38	15,8	690 — 592	Das Uebrige dunkel	
39	20,4	690 — 592	dsgl.	
40	27,1	680 — 592		
41	28,7	675 bis ungefähr 600		
42	31,6	670 — 595		
43	33,3			
44	36,4			
45	38,4			
46	40,0			
IV. Zwei Wochen altes, fauligt riechendes geschlagenes Rindsblut.				
47	5,8		588 — 570	550 — 530
48	16,0		588 — 570	550 — 530
49	21,8		590 — 569	550 — 528
50	27,0		593 — 569	550 — 528
51	30,9		593 — 569	550 — 527
52	34,2		595 — 568	550 — 527
53	36,2		595 — 568	550 — 527

Diese Werthe bestätigen zunächst die Normen, die wir früher für verschiedene Dichtigkeiten hergeleitet hatten, für ungleiche Dicken derselben Dichtigkeit, besonders die Anwesenheit eines breiten, annähernd unveränderlichen Bezirkes der Blutbänder und der

nahezu anhaltenden Beständigkeit des Anfangsrandes des zweiten Blutbandes bei 550. Sie zeigten ferner, dass eine gewisse Dicke einer passenden Blutverdünnung das erkennbare Roth weiter nach dem Ultraroth hin verrücken lässt (Nr. 30—32, 37—39), wie wir dieses schon für bestimmte Concentrationsgrade erhalten haben. Die Helligkeit der rothen Farbe der Wasserverdünnung wird hier entscheidend eingreifen. Eine grössere Schichtendicke kann umgekehrt das Roth und zwar mit dem nach dem Ultraroth gewandten Theile beginnend, allmählich verdunkeln, bis endlich das gesammte Spectrum unsichtbar wird.

Dünnere Blutschichten führen zu demselben Ergebnisse, wie die Wasserverdünnungen. Man bedient sich dabei am einfachsten der von Vierordt angegebenen Vorrichtung, bei der sich der zwischen zwei ebenen Glaswänden eines Kästchens befindliche Zwischenraum mittels einer Mikrometerschraube vergrössern oder verkleinern lässt, so dass z. B. seine Dicke zwischen 4^{mm} und einem Bruchtheil eines Millimeters schwanken kann.

Man kann auf diese Weise den schon auf photometrischem Wege[1]) gefundenen Satz, dass das Schlagaderblut durchsichtiger, als das Blutaderblut sei, bestätigen. Pferdeblut der gemeinschaftlichen Halsschlagader und solches der äusseren Drosselblutader wurden in Gefässen mit Glasstopfen ohne Luft bei dem Ausfliessen eingeschlossen und bald darauf spectroskopisch untersucht. Man hatte:

Beobachtungsnummer	Hellrothes Schlagaderblut		Beobachtungsnummer	Dunkelrothes Blutaderblut	
	Dicke der Flüssigkeitsschicht in Millimetern	Spectrum		Dicke der Flüssigkeitsschicht in Millimetern	Spectrum
54	3	Das ganze Spectrum unsichtbar	60	$1\frac{1}{2}$	Das ganze Spectrum unsichtbar
55	$1\frac{1}{2}$	dsgl.	61	1	dsgl.
56	$\frac{3}{4}$	Roth 690—595	62	$\frac{3}{4}$	
57	$\frac{1}{2}$	Bänder 589—570 550—528	63	$\frac{1}{2}$	Roth 680—590
			64	$\frac{2}{5}$	dsgl.
58	$\frac{1}{4}$	588—568 550—528	65	$\frac{3}{10}$	590—567 550—530
59	3	Das ganze Spectrum unsichtbar	66	$\frac{1}{4}$	590—570 550—530

1) Jaenicke Photometrische Untersuchungen d. Blutes (Würzb. 1879) S. 11.

Das Roth und die Blutbänder erschienen hiernach in dem durchsichtigeren Schlagaderblute früher als in dem Blutaderblute. Dass beide Blutarten dieselben Blutbänder liefern, die Wirkung des Oxyhämoglobin also auch in dem venösen Blute über die des Hämatoglobins vorherrscht, haben schon meine ersten Untersuchungen ergeben [1]).

Ein ähnlicher Unterschied wiederholte sich zum Theil noch in Pferdeblut, das 26 Tage lang ohne Luft hermetisch geschlossen aufbewahrt worden. Es fand sich z. B.:

Beobachtungsnummer	Schlagaderblut		Beobachtungsnummer	Blutaderblut	
	Dicke der Flüssigkeitsschicht in Millimetern	Spectrum		Dicke der Flüssigkeitsschicht in Millimetern	Spectrum
67	2	Nur Roth 680—590	69	2	Nur Roth 680—590
68	1½	680 — 590 u. ein dunkles Band von 590 — 530	70	1½	680 — 590 Das übrige dunkel

Lässt man das Schlagaderblut frei an der Luft stehen, so geht seine Eigenthümlichkeit eher verloren.

Die frühere Angabe [2]), dass Blutmassen, die bei — 13,8° C. gefroren erhalten worden, die Fähigkeit Blutbänder zu liefern, nicht einbüssen, bestätigte sich auch in neueren Beobachtungen. Die röthliche Eismasse von Kalbsblut zeigte 590 — 570 und, wie es schien, 548 — 530. Eine andere von — 16,0° C. gab 590 — 569 und 550 — 526. Die Bänder erhielten sich auch in $^1/_{100}$ Wasserverdünnung, die also einen Theil Blut auf 99 Theile Wasser führte, bei einer Erwärmung auf 57° C. Man kann sie auch noch in einer höheren Wärme bei vorsichtiger Erwärmung erhalten, so lange sich nicht geronnenes Eiweiss niederschlägt und die Flüssigkeit farblos wird.

Leitete ich einen kräftigen Strom von sechs grossen, mit verdünnter Schwefelsäure geladenen Zinkkohlen-Elementen durch eine $^1/_{144}$ Verdünnung des Kalbblutes 40 Minuten lang, so schlug sich eine reichliche Menge eines geronnenen Eiweisskörpers an dem positiven Pole nieder, während sich viel Gas, wahrscheinlich Wasserstoff

1) Der Gebrauch des Spectroskopes S. 76.

2) ebd. S. 79.

an dem negativen entwickelte. Die röthliche darüberstehende Flüssigkeit zeigte zwei Bänder 588 — 565 und 550 — 532. Ging der Strom der gleichen Elemente 10 Minuten lang durch eine 1/60 Verdünnung frischen hochrothen Rindsblutes, so zeigte der an dem positiven Pole ausgeschiedene röthliche Niederschlag matte Blutbänder. Wurde hierauf der Strom noch 1 1/2 Stunden durchgeleitet, so hatte sich eine reichliche Menge einer grüngelben Masse ausgeschieden, die ebenso wenig Blutbänder lieferte als die darüber stehende wasserhelle Flüssigkeit. Wurden zwei Blutproben in zwei unter einander leitend verbundene Gläser gebracht und tauchte der positive Poldraht in die Flüssigkeit des einen und der negative in die des anderen, so wiederholte sich dasselbe für beide Proben. Die starke Elektrolyse kann also die spectroskopische Wirkung des Oxyhämoglobins vernichten.

Die Aenderungen, welche die Fäulniss und die jahrelange Aufbewahrung des Blutes herbeiführt, habe ich schon an einem andern Orte erläutert[1]). Ich füge hier noch eine hierher gehörende eigenthümliche Beobachtung hinzu. Ein Cylinderglas war zu zwei Dritttheilen mit Blut und zu einem Dritttheile mit Atmosphäre gefüllt und hermetisch geschlossen worden. Die braunrothe, durch Körnchen getrübte Flüssigkeit, welche die Blutmasse bildete, wurde 15 2/3 Jahre später herausgenommen. Sie verbreitete einen unangenehmen, aber von dem des gewöhnlichen faulenden Blutes verschiedenen Geruch und ergab unverdünnt am Spectroskope:

Beobachtungsnummer	Dicke der Blutschicht in Millimetern	Wirkung auf das Spectrum
71	1 1/2	Das ganze Spectrum verdunkelt. Vielleicht eine sehr schwache Spur von Roth bei sehr hellem Lichte
72	1	dsgl.
73	3/4	Nur Roth 670 — 589
74	2/3	680 — 589. Das übrige dunkel.
75	5/8	680 — 589. Das übrige dunkel.
76	1/2	670 — 589, 589 — 570, 549 — 530. Die Blutbänder weniger schwach als am frischen Blute
77	1/3	dsgl. Nur die Blutbänder matter
78	1/4	Keine Blutbänder im Tageslichte; aber deutlich sichtbar bei Gaslicht.

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 6 (1867) S. 402 ff.

Bereitete ich mir 1/9 und 1/16 Wasserverdünnungen desselben Blutes, so zeigten sie keine deutlichen Blutbänder. Ich besass noch eingetrocknetes Rindsblut, das seit 23 Jahren hermetisch eingeschlossen aufbewahrt worden. Seine Wasserverdünnung gab ebenfalls keine Bänder.

Die Aufbewahrung von geschlagenem Rindsblut in einem geschlossenen Gefässe während 11 Jahren hatte die Blutbänder nicht zerstört. Sie verloren sich aber, sowie man Wasser hinzusetzte. Das Durchleiten von Stickstoffoxyd stellte sie hier, wie in anderen Fällen, wiederum her[1]), und sie waren 12 Jahre später noch nicht geschwunden.

Lässt man Blut mit atmosphärischer Luft in einer verkorkten Flasche oder frei stehen, so wird es während der Fäulniss dunkelbrauner, trüber und undurchsichtiger. Es erzeugt sich dabei der Körper, den man Methämatoglobin genannt hat[2]). Die schon von Kronecker und Lesser benutzte helle D-Linie kann hierbei gebraucht werden, um die Verbreiterung des ersten Blutbandes ohne Weiteres nachzuweisen. Schichten einer bestimmten Blutverdünnung, die sie in frischem Zustande zeigten, vergrössern sie häufig in faulendem. Es kann auch vorkommen, dass die beiden Blutbänder durch einen immer schmaler werdenden hellen Zwischenraum getrennt werden und endlich nur ein dunkles z. Th. von 592 bis 575 reichendes Band auftritt. Man kann sich auch durch das oben geschilderte Verfahren überzeugen, dass im Allgemeinen das faulende Blut undurchsichtiger als das ganz frische ist.

Die Fäulniss führt bisweilen zu sehr verschiedenen spectroskopischen Wirkungen unter denselben Nebenbedingungen. Von zwei neben einander stehenden, der Selbstzersetzung überlassenen Blutmassen kann die eine keine Blutbänder mehr, die andere sehr schwache und die dritte tiefschwarze an den gewöhnlichen Orten und von den dem Verdünnungsgrade entsprechenden Breiten zeigen. Es gibt bisweilen eine Fäulnissstufe, in welcher nur ein verschmälertes erstes Blutband vorhanden zu sein scheint. Allein eine genauere Untersuchung weist die Anwesenheit von zweien

1) Ztschr. f. Biologie a. a. O. S. 421.

2) Hoppe-Seyler a. a. O. S. 385.

nach. Murmelthierblut vom Ende des Winterschlafes, das 7/4 Jahre ohne Luft in einem Fläschchen hermetisch eingeschlossen gewesen, zeigte einen Stich ins Violette; seine Wasserverdünnung war schön kirschroth und zeigte Bandbegrenzungen, wie sie das ganz frische Blut nicht breiter und schwärzer liefern kann. Das dem Methämatoglobin zugeschriebene schwarze Band im Roth, welches hin und wieder auftritt, bei weiter fortschreitender Fäulniss aber wiederum zu verschwinden pflegt, ist dem Schwefelwasserstoffbande ähnlich. Es liegt zwischen 670 und 620.

Die Beimischung fremder Festkörper oder Flüssigkeiten zu der Wasserverdünnung des Blutes, die Durchleitung von Gasen durch sie führt nicht selten zu anderen Ergebnissen als man gewöhnlich angibt. Der Gebrauch verschiedener Spectrometer mit Prismen von ungleichem Zerstreuungsvermögen für die verschiedenen Farben scheint hier nicht selten zu Irrungen geführt zu haben. Die Wirkungen mancher Körper sind augenblicklich, während die anderer erst nach Stunden oder Tagen auftreten. Die Menge des Zusatzes und die Beschaffenheit der Blutmasse entscheiden nicht selten das Ergebniss. Die Säuren zerstören schon die Blutbänder in geringen, die Alkalien hingegen im Allgemeinen erst in grossen Mengen. Man kann streng genommen nur sagen, dass ein bestimmter Körper sie in einem gegebenen Versuche erhalten hat, nicht aber, dass dieses immer stattfinden muss. Dieses vorausgesetzt, ergeben sich als die Blutbänder in den angewandten nicht übermässigen Zusatzgrössen erhaltende Massen:

Beobachtungsnummer	Die Blutbänder erhaltende Körper	Beobachtungsnummer	Die Blutbänder erhaltende Körper
79	Kaustisches Kali	86	Chlornatrium (bis zu der gesättigten Lösung)
80	Kohlensaures Kali		
81	Chlorsaures Kali	87	Essigsaures Natron
82	Kleesaures Kali	88	1/10 Chlorlithiumlösung
83	Kaustisches Natron	89	Ammoniakflüssigkeit (in nicht übermässigen Mengen) scheint die Bänder alter Blutmassen leichter zu zerstören
84	Doppeltkohlensaures Natron		
85	Schwefelsaures Natron (bis zu den stärksten Concentrationen)	90	Chlorammonium (bis zu den stärksten Concentrationen)

Beobachtungsnummer	Die Blutbänder erhaltende Körper	Beobachtungsnummer	Die Blutbänder erhaltende Körper
91	Kleesaures Ammoniak (selbst bei dem Niederschlage von Kalkoxalat bei Verdünnung mit gewöhnlichem Brunnenwasser)	117	Schwefeläther (in nicht allzugrosser Menge)
		118	Chloroform (dsgl.)
92	1/4 Jodkaliumlösung	119	Methylchloroform
93	Kalisalpeter	120	Monochlor-Aethylenchlorid (Nr. 112 u. 113). Sanken unter der Wasserverdünnung des Blutes zu Boden. Die Mischung wurde unmittelbar nach dem Schütteln undurchsichtig. Ein grauweisser Niederschlag schied sich in der Ruhe ab. Die darüber stehende röthliche Flüssigkeit zeigte Blutbänder
94	Kalialaun		
95	Kalkwasser		
96	1/10 Chlorcalciumgypslösung		
97	Schwefelsaure Magnesia		
98	1/10 Chlormagnesium		
99	Chloraluminium		
100	Barytwasser	121	Amylalkohol (in kleineren Mengen)
101	1/10 Chlorbaryum		
102	Baryumcholoidat	122	Amylnitrit (in kleineren Mengen)
103	1/10 Chlorstrontium	123	Einzelne, sehr reine Glycerinarten
104	Schwefelsaurer Strontian		
105	Bleizucker (weisser Niederschlag). Die darüberstehende Flüssigkeit zeigt Bänder	124	0,02 Pikrinsäure in 100 Theilen Glycerin
		125	Taurin
106	1/50 Thalliumnitrat	126	Weisse Krystalle gallensauren Natrons
107	Quecksilberchlorid (weiss-röthlicher Niederschlag)	127	Gelbgrünlich gefärbtes glycocholsaures Natron
108	Kaliumpermanganat (mineralisches Chamäleon) in Menge zerstörend	128	Glycocholsaures Ammoniak
		129	Harnstoff
109	Liquor Kali arsenicosi	130	Schon sauer reagirende Lösung von Hippussäurekrystallen
110	Chromkaliumoxalat		
111	Doppeltchromsaures Kali (bei stark verdünnter Lösung Bänder in der gelben Flüssigkeit)	131	1/64 salpetersaures Strychnin
		132	Salzsaures Bencin
112	Chromnatriumchlorid	133	Wässerige Opiumtinctur
113	Eisenkaliumcyanür	134	1/8 schwefelsaures Morphin
114	Rodankalium (verdünnte Lösung)	135	0,07 proc. Pikrotoxinlösung, mit kochendem Wasser bereitet
115	Kalischwefelleber (so lange kein Niederschlag, der das ganze undurchsichtig macht)	136	Krystallisirtes salicylsaures Physostigmin
116	Schwefelkohlenstoff	137	Schwefelsaures Atropin

Beobachtungsnummer	Die Blutbänder erhaltende Körper	Beobachtungsnummer	Die Blutbänder erhaltende Körper
138	Duboisin	140	12proc. Blausäure, frisch bereitet
139	Gelblicher, frisch bereiteter, kalter Wasserauszug eines sehr wirksamen Curare	141	Salzsaures Apomorphin, jedoch nur in sehr geringen Mengen, in grösseren schädlich. Zuletzt undurchsichtige Flüssigkeit.

Nr. 131 bis 141 zeigen, dass eine Reihe der stärksten Gifte die Blutbänder bestehen lassen.

Claes[1]) fand, dass das aus jungen Sprossen von Hollunderblättern dargestellte Blattgrün, das Chinin, das Chinizarin, das Diamantfuchsin, das Eosin, das Magdularoth und Verbindungen des Didym die dunklen Bänder an verschiedenen Spectralstellen zeigen können, je nachdem sie in Aetherweingeist, Benzol, Nitrobenzol oder Schwefelkohlenstoff je nach Maassgabe ihrer Eigenschaften gelöst worden. Da man der Blausäure früher schon die Fähigkeit zugeschrieben hat, die Blutbänder zu verrücken, so war die Bestimmung der Wellenlängen am besten geeignet, diese Angabe zu prüfen. Ich gebrauchte frische 12proc. Blausäure, von der ein wenig, in den Mund eines Kaninchens gebracht, dasselbe in nicht ganz 30 Secunden getödtet hatte. Meine mit ihr angestellten Beobachtungen lehrten, dass sich jene Verrückung nicht bestätigt. Flüssigkeitsschichten von 14^{mm} Dicke gaben z. B.:

Beobachtungsnummer	Blut		Wellenlängen nach der Vermischung mit Blausäure			
			Erstes Blutband α		Zweites Blutband β	
	Thier	Wasserverdünnung	Grenze	Breite	Grenze	Breite
142	Rind	1/100 Verdünnung des frischen Blutes	593 — 570	23	550 — 529	21
143	dsgl.	Mit 1/6 ihres Rauminhaltes 12proc. Blausäure	593 — 569	24	550 — 529	21
144	dsgl.	Andere Probe mit 1/4 derselben Blausäure	593 — 569	24	560 — 528	22

1) J. Claes, Ueber die Veränderlichkeit der Lage der Absorptionsstreifen (Bonn 1877) S. 16 bis 29; Poggendorff's Annalen, Neue Folge von Wiedemann Bd. 3 (Leipzig 1878) S. 398—405.

Beobachtungsnummer	Blut		Wellenlängen nach der Vermischung mit Blausäure			
			Erstes Blutband α		Zweites Blutband β	
	Thier	Wasserverdünnung	Grenze	Breite	Grenze	Breite
145	Kaninchen	1/80 Wasserverdünnung des 8 Tage alten Blutes	589 — 568	21	550 — 520	30
146	dsgl.	Mit der Hälfte 12 proc. Blausäure	589 — 570	19	550 — 525	25
147	dsgl.	Gleiche Theile beider Flüssigkeiten	589 — 570	19	550 — 525	25
148	dsgl.	1½ fache Blausäure	588 — 570	18	550 — 528	22

Will man nicht den kleinen Unterschied von 136 und 137 gegenüber 135 als blossen Ablesungsfehler, was das wahrscheinlichste ist, deuten, so müsste man annehmen, dass das zweite Blutband um eine Spur breiter, die Wasserverdünnung also durch die Blausäure etwas dunkler geworden. Eine nachweisbare Ortsverrückung trat in keinem Falle auf. Die Blutbänder verschmälerten sich zuletzt in dem älteren Kaninchenblute, weil grössere Flüssigkeitsmengen hinzugefügt worden. Reines Wasser hatte das gleiche bewirkt. Das Blut des oben erwähnten, mit der 12 proc. Blausäure vergifteten, Kaninchen zeigte die Blutbänder an ihren gewöhnlichen Orten[1]).

Man kann verhältnissmässig grosse Mengen von Cyankalium in dem Blute lösen und viel Cyanquecksilber mit ihm schütteln, ohne dass sich die Bänder ändern. Es liess sich nach diesen Erfahrungen auch erwarten, dass Amygdalin mit oder ohne Emulsin keine Aenderung herbeiführen wird. Eine Probe der Wasserverdünnung des zuletzt erwähnten Kaninchenblutes gab in der That 590 bis 569 und 550 bis 525 vor und 589 bis 570 und 550 bis 527 nach dem Zusatze von dem gleichen Theile und mehr einer ½ Amygdalinlösung.

Diejenigen Körper, welche die Blutbänder zerstören, lassen sie natürlich noch erkennen, wenn ihre Menge zu gering ist, als dass sie alles Oxyhämoglobin durchgreifend umsetzen könnte. Schreitet man mit ihnen stufenweise vorwärts, so erscheinen die Streifen immer

1) Ueber ähnliche Beobachtungen von Hoppe-Seyler und E. Wagner, siehe E. Wagner, Ueber die Wirkung der Blausäure (Berlin 1880) S. 28

blasser, ehe sie unkenntlich werden. Der erste erhält sich dabei häufig länger als der zweite. Es ist oft schwer zu entscheiden, ob sich das Mattwerden der Bänder mit einer wirklichen oder einer nur scheinbaren Verschmälerung derselben verbindet. Die verschiedenen Blutarten verhalten sich bisweilen in merklicher Weise ungleich demselben Körper gegenüber, so dass man nicht von einer gemachten Erfahrung auf eine ihr entgegenstehende Angabe ohne Weiteres zurückschliessen darf.

Ich habe schon früher[1]) schätzungsweise angegeben, welche Bezirke zwischen *A* und *C* oder *C* und *D* durch geringe Mengen von Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Kleesäure, Weinsteinsäure, Citronensäure, Bernsteinsäure, Milchsäure, Essigsäure und Ameisensäure verdunkelt werden, welche Arten von Säurebändern auf diese Weise entstehen. Das durch Essigsäure, besonders durch Eisessig erzeugte Häminband wurde an einem andern Orte[2]) mit Wort und Schemenzeichnung erläutert. Die Dunkelheit des Anfangstheiles des Roth in dem Spectraloculare hindert mich, diese Mittheilungen durch die Angabe der Wellenlängen zu vervollständigen. Grössere Mengen der genannten Säuren und der Jodwasserstoffsäure, der Osmiumsäure, der Gerbsäure, der Choleinsäure und der Choloidinsäure zerstören die Blutbänder. Ein saures Salz, das die Säure im Ueberschuss enthält, kann schon deshalb nachtheilig wirken. Doch treten auch eigenthümliche Ausnahmen auf. Wir haben schon oben gesehen, dass das Schütteln des Blutes mit Hippursäurekrystallen, so dass die Flüssigkeit nicht sehr empfindliches Lacmuspapier roth färbte, die Blutbänder noch nicht nach 24 Stunden verändert hatte. Wenn die Wasserverdünnung des Blutes mit grösseren Mengen von Harnsäure eine Reihe von Tagen in Berührung bleiben kann, ohne dass sich das spectroskopische Bild ändert, so erklärt sich dieses aus ihrer schweren Löslichkeit, erst in 12000 bis 15000 Theilen Wassers.

Schüttelte ich eine geringe Menge krystallisirter Kleesäure mit Schwefeläther und diesen dann mit einer Wasserverdünnung des Blutes, so erzeugte sich ein eigenthümliches einfaches Band, das

1) Virchow's Archiv Bd. 27 (1863) S. 215—217.

2) Der Gebrauch des Spectroskopes S. 34.

von dem später zu erwähnenden Zwischenbande oder Stokes'schen Bande wesentlich abwich. 1/1000 Wasserverdünnung von Blut und 14^{mm} Dicke der Flüssigkeitsschicht gaben z. B.

Beobachtungsnummer	Thier	Unveränderte Wasserverdünnung des Blutes		Nach dem Schütteln mit der erwähnten Mischung von Kleesäure und Schwefeläther. Einfaches Band
		Erstes Blutband	Zweites Blutband	
149	Kaninchen	590 — 570	550 — 525	Die über dem weissen Niederschlage stehende bräunliche Flüssigkeit 560 — 490
150	dsgl. Eine zweite Probe			561 — 485
151	Dritte Probe			552 — 482
152	Rind	589 — 570	550 — 530	560 — 485
153	Junge Natter	590 — 568	550 — 530	560 — 485

Man hatte also hier ein anderes Spectralbild, als es das durch oxalsäurehaltigen Aether dargestellte Hämatoin[1]) gibt. Irgend grössere Kleesäuremengen beseitigen alle dunklen Streifen im Grau. Eine passende Zusatzmenge von schwefelsäurehaltigem Alkohol gibt bisweilen ein ähnliches aber mattes und nur von 545 bis 480 reichendes Band.

Es kam mir, jedoch nur in wenigen Ausnahmefällen, vor, dass sehr geringe Mengen einer 1/8 Lösung von Osmiumsäure, die sonst kein Band bei irgend grösserer Zusatzmenge zeigt, einen schmalen schwarzen Streifen dicht bei *D* nach dem Roth zu gab. Man hatte es also mit keinem Reste des ersten Blutbandes zu thun.

Die nachfolgende Tabelle enthält ein Verzeichniss von Körpern, die, der Wasserverdünnung des Blutes in hinreichender Menge beigemischt, die Bänder sogleich oder nach einiger Zeit zerstörten:

Beobachtungsnummer	Die Blutbänder zerstörende Körper	Beobachtungsnummer	Die Blutbänder zerstörende Körper
154	Wässerige Lösung von Wasserstoffsuperoxyd[2])	156	Bromwasser
155	Chlorwasser	157	Mit amorphem Phosphor, geschüttelt und filtrirt

1) Siehe K. B. Hofmann, Lehrb. d. Zoochemie; Heft 2 (Wien 1877) S. 277.
2) vgl. Hoppe-Seyler, a. a. O. S. 384.

Beobachtungsnummer	Die Blutbänder zerstörende Körper
158	Weingeistige Jodlösung
159	Jodkalium in wässeriger Lösung. In grossen Mengen, sonst nicht
160	Schwefelkalium. In grossen Mengen. Zuletzt störender Niederschlag
161	Schwefelcalcium N_2S_2. Nur bisweilen
162	Benzoësaures Ammoniak
163	Liquor-Ammonii succinici
164	Schwefelcalcium. Bei $^1/_2$ letzte Spuren der Blutbänder
165	Chlor-Aluminium
166	Silbernitrat
167	Schwefelsaures Kupferoxyd
168	Fehling'sche Lösung
169	Schwefelsaures Kupferoxydammoniak
170	Reducirtes Eisen, als Pulver geschüttelt. Filtrat
171	Liquor ferri sesquichlorati
172	$^1/_{10}$ Zinnchlorür
173	Doppeltchromsaures Kali in grossen Mengen
174	Chromnatriumchlorid. Die bei geringen Mengen erhaltenen Bänder verwandeln sich später in ein Band von 600 bis 560 und dann nur noch ein schmaler Schatten des ersten Bandes

Beobachtungsnummer	Die Blutbänder zerstörende Körper
175	Schwefelsaures Manganoxydul
176	Eisenkaliumcyanid
177	Nitroprussidnatrium
178	Viele Glycerinarten, besonders die saueren
179	Absoluter Weingeist
180	Salzsäureäther
181	Salpetersäureäther
182	Essigsäureäther
183	$^1/_1$ Chloralhydrat, also gleiche Theile Chloral und Wasser
184	Carbolsäure
185	Trichlorphenol. Schüttelt man den festen, schwer löslichen Körper mit der Blutverdünnung, so bleiben die Blutbänder erhalten, obgleich sie stark nach Chlor riecht. Ein weiterer Zusatz von nicht wenig Ammoniakflüssigkeit zerstört sie.
186	Nitrobenzol
187	Indigolösung
188	Kreatininzinkchlorid
189	Salzsaures Guanin
190	Terpentinöl. Die gelbliche, von dem Niederschlage sich allmählich sondernde Flüssigkeit.

Alle diese Körper zerstören die Blutbänder nicht in so geringen Mengen wie die Säuren, und im Allgemeinen in kleineren, wie die kaustischen Alkalien und Erden. Erzeugen sich Niederschläge, so sind immer die von ihnen sich trennenden Flüssigkeiten gemeint.

Es gibt Körper, wie z. B. eine ammoniakalische Cyaninlösung, auf die wir später zurückkommen werden, welche ein dunkles Band erzeugen, das die Bezirke der beiden Blutbänder einschliesst und

überschreitet, so dass man über den Zustand von diesen nicht urtheilen kann. Sie bleiben wahrscheinlich unverändert. Sehr verdünnte Cyaninlösungen zeigen dieses unmittelbar.

Man gibt allgemein an, dass das von der Entfernung des Sauerstoffes des Oxyhämatoglobin, also dem Hämatoglobin, herrührende Reductions- oder Stokes'sche Band dasselbe spectroskopische Hauptbild unter allen Verhältnissen gibt. Die Erfahrung lehrt jedoch, dass man hier ein einfaches tiefschwarzes Zwischenband in strengstem Sinne des Wortes von dem gewöhnlichen matteren und ausgedehnteren unterscheiden muss.

Eine Lösung von Natriumsulphid (Na_2S_1) erzeugte das erstere. Man hatte z. B.

Beobachtungsnummer	Blutart	Unveränderte Blutverdünnung		Allein vorhandenes, tiefschwarzes, an seinen geradlinigen Rändern scharf begrenztes Band nach der Einwirkung von Natriumsulphid
		Erstes Blutband	Zweites Blutband	
191	1/110 Wasserverdünnung des Rindsblutes	589 — 570	550 — 530	570 — 550
192	1/120 des Kaninchenblutes	590 — 570	550 — 528	570 — 550

Das tiefschwarze Band, welches statt der früheren Bänder auftrat, füllte daher den Zwischenraum, der diese vorher trennte, genau, wie seine geradlinigen Begrenzungen zeigten. Grössere Mengen von Natriumsulphid zerstören zuerst das zweite und dann das erste Blutband.

Natriumsulphhydrat lieferte mir ebenfalls ein schwarzes von 570 bis 550 reichendes Band in glücklichen Fällen. Es wurde durch den Zusatz von einigen Tropfen Osmiumsäurelösung zerstört. Grössere Mengen von Natriumsulphhydrat beseitigen alle Arten von Bändern auf der Stelle.

Das gewöhnlich zur Darstellung des Zwischenbandes gebrauchte Schwefelammonium, das übrigens nach Verschiedenheit seiner Zusammensetzung ungleich wirkt, erzeugt, soviel ich sehe, immer nur das breitere und mattere Zwischenband, dessen Ränder mehr oder minder unbestimmt erscheinen, so dass bedeutende Beobachtungs-

fehler in den Maassbestimmungen möglich bleiben. Ich suchte daher das möglichst günstige Licht für dasselbe herzustellen. Es fand sich z. B.

Beobachtungsnummer	Blutart	Unveränderte Blutverdünnung		Das einzig vorhandene schattige Zwischenband nach der Einwirkung des Schwefelammoniums
		Erstes Blutband	Zweites Blutband	
193	1/200 Wasserverdünnung frischen Rindsblutes	590 — 575	550 — 528	578 — 549 bei 14 mm und 583 — 550 bei 20 mm Flüssigkeitsdicke
194	1/200 Rindsblut, 14 Tage alt	590 — 570	550 — 529	590 — 540
195	1/100 anderes altes Rindsblut	592 — 570	550 — 526	592 — 550 bei 10 mm, 596 — 528 bei 14 mm Dicke, in dem ersteren Falle mit einer etwas helleren Strecke 550 – 540
196	Noch warmes, venöses Pferdeblut, 1/150 Verdünnung	590 — 570	550 — 528	572 — 550 bei 6 mm, 575 — 550 bei 14 mm, 580 — 550 bei 20 mm Flüssigkeitsdicke. Mit dem gleichen Theile Quellwasser vermischt 570 — 550 bei 14 mm Dicke
197	Dasselbe Blut nach einigen Stunden, 1/150 Verdünnung	589 — 570	550 — 529	573 — 550 allmählich in 583 — 550 bei 6 mm Dicke.

Das unter Nr. 196, 197 verzeichnete Pferdeblut gab zwar ein Zwischenband, dessen Orte und Breite sich denen des früheren Zwischenraums zwischen den beiden Blutbändern näherte. Es war aber viel matter schattig und hatte nicht die scharfen geradlinigen Ränder des oben erwähnten Zwischenbandes im strengsten Sinne des Wortes. Nr. 185 bis 187 lieferten ausgedehntere Breiten.

Ich habe vier mit Schwefelammonium behandelte Wasserverdünnungen frisch geschlagenen Rindsblutes 14 Jahre lang in geradwandigen viereckigen, mit eingeriebenen Glasstöpseln geschlossenen Flaschen aufbewahrt, so dass ungefähr die Hälfte des Hohlraumes mit Luft gefüllt blieb. Zwei der Flüssigkeiten zeigten keine Bänder mehr, die dritte ein einziges Band von 565 — 545 und die vierte, etwas gesättigtere, gelbe zwei Bänder, ein dunkleres von 564 — 540 und ein zweites von 528 — 510, bei einer Flüssigkeitsdicke von 15 mm. Betrug diese nur 6 mm, so erhielt man 560 — 540 und 525 — 515.

Liess ich 1/200 Wasserverdünnung frischen Rindsblutes 35 Minuten in der Glocke einer Fischer'schen Wasserstrahlpumpe stehen, so dass der Druck 5 bis 10^{mm} nach Abzug der Wasserdampfspannung bei einem äusseren Luftdrucke von 716,3^{mm} für 20° C. betrug, so hatten sich die beiden Blutbänder 588 — 570 und 550 — 530 in ein einziges von 594 — 540 verwandelt. Fügte ich eine etwas grössere Menge gewöhnlichen, luft-, also sauerstoffhaltigen Quellwassers hinzu, so erschienen sogleich die zwei Bänder von 588 — 570 und 550 — 530, also unverändert wieder. Sie stellten sich auch her, wenn eine Probe der unter der Luftpumpe behandelten Blutverdünnung eine Zeit lang offen an der Luft gestanden hatte.

Man kann auch ein einziges Band erhalten, wenn man gewässertes Blut in ein Fläschchen bringt und dasselbe so schliesst, dass keine sichtliche Menge von Atmosphäre übrig bleibt. Die Zeit, nach welcher es bei einer und derselben Wasserverdünnung auftritt, kann bedeutend wechseln. Hatte ich z. B. eine Probe einer 1/110 Verdünnung von Rindsblut in einem Fläschchen mit einem Korkzapfen auf die erwähnte Weise eingeschlossen, so zeigte das Blut schon nach 4 bis 5 Stunden einen auffallenden Stich ins Violette und gab ein einziges Band zuerst von 590 — 535 und später von 596 — 528 bei 14^{mm} Dicke. Eine andere Probe der gleichen in einem Reagenzglase ebenfalls mit einem, so viel man sah, fehlerlosen Korke geschlossen aufbewahrt, behielt die gewöhnlichen Blutbänder vier Tage lang und lieferte erst am fünften ein einziges von 591 — 535. Es kam mir in anderen Fällen vor, dass sich ein schmaler, hellerer Zwischenraum bei 550 längere Zeit erhielt. Brachte ich solches Blut an die Luft, so waren die Bänder 592 — 570 und 550 — 526 bisweilen innerhalb 5 Minuten hergestellt, man hat also in dem eingeschlossenen Blute einen Desoxydationsvorgang, der es aber nicht hindert, dass wiederum Sauerstoff bei günstiger Gelegenheit aufgenommen wird und sich Oxyhämoglobin in Folge dessen herstellt. Das bleibend eingeschlossene Blut lässt das einfache Band immer matter werden. Es schwindet zuletzt gänzlich, so dass gar keine dunklen Streifen mehr gesehen werden. Es wurde schon früher erwähnt, dass es Blutarten gibt, welche ihre Bänder behalten, wenn sie auch Monate lang ohne Luft hermetisch eingeschlossen bleiben.

Gehen wir zu der Einwirkung von Gasen über, so ändert die Durchleitung nicht allzugrosser Mengen von Wasserstoff, Knallgas, Doppeltkohlenwasserstoff oder Stickstoffoxydul die Blutbänder nicht. Eine Verdrängung des Sauerstoffes durch sehr grosse Mengen kann das einfache Band herstellen. Leuchtgas verwandelte die 591—570 und 550 — 525 entsprechenden Bänder der $^1/_{200}$ Wasserverdünnung des Rindsblutes in ein einziges Band von 592 — 520 mit einer schmalen Unterbrechung 555 — 550. Hatte die Flüssigkeit 19 Stunden an der Luft gestanden, so gab sie wieder die beiden Bänder 590 — 562 und 550 — 523 bei 14^{mm} und 588 — 570 und 550 — 530 bei 6^{mm} Flüssigkeitsdicke.

Die Angabe, dass Blut, durch welches Kohlenoxyd geleitet worden, die beiden Blutbänder in merklicher Weise nach dem violetten Spectralende verrückt zeigt, ist in neuerer Zeit von einzelnen Forschern eingeschränkt worden. Während man früher annahm, dass die Mitten der regelrechten dunkeln Streifen 573 und 541, die des Kohlenoxydblutes hingegen 569 und 534 entsprechen, setzte man später den Unterschied mehr herab[1]). Th. Weyl und Anrep[2]) erklärten, dass selbst der Geübtere eine Kohlenoxydvergiftung nach der Verschiebung der Blutbänder nicht wird zu erkennen vermögen, während Rollett[3]) die gewöhnlichen Blutbänder in 578 und 539, die des Kohlenoxydblutes dagegen in 572 und 535 versetzt. Soret[4]) glaubt auch eine geringe Verschiebung des von ihm beschriebenen, zwischen G und h liegenden Bandes in dem letzteren Falle bemerkt zu haben.

Meine Erfahrungen führen dazu, eine jede Verschiebung unter dem Einflusse des Kohlenoxyds für das frische Blut in Abrede zu stellen, das aus Kleesäure und Schwefelsäure dargestellte Gas möge vorher durch Kalilauge geleitet worden sein, um die zugleich entstehende Kohlensäure zu entfernen, oder nicht. Dieses bestätigte sich für dünne Schichten unveränderten Blutes, sowie für Wasserver-

---

1) Hofmann a. a. O. S. 271 u. 282.

2) Th. Weyl und B. v. Anrep in Du Bois' Archiv (Leipzig 1880) S. 240.

3) Rollett a. a. O. S. 60; Nouvelle Période, Tome 57 (Genève 1876) p. 319.

4) J. L. Soret, Bibliothèque universelle; Archives des sciences physiques et naturelles, Nouvelle Période, Tome 57 (1876) Nr. 4 p. 218.

dünnungen verschiedenster Dicke oder Weglänge. Den gewöhnlichen Angaben gegenüber an meinen Beobachtungen irre gemacht, ersuchte ich Herrn Dr. Perrenond sehr grosse Mengen von Kohlenoxyd, das vorher in grossen mit Kalilauge versehenen Flaschen gewaschen worden, durch frisches Rindsblut zu leiten. Ich erhielt durch seine Freundlichkeit eine Probe des frischen unveränderten Blutes, eine solche nur mit einem Korke geschlossenen und nebenbei keinen Luftraum enthaltenden Kohlenoxydblutes und sechs mit diesem zum Theil gefüllte Flaschen, die oben nur Kohlenoxyd enthielten und deren Eingangs- und Ausgangsröhren zugeschmolzen waren, damit man das Kohlenoxydblut Monate lang aufbewahren konnte. Der Zapfen war noch ausserdem mit Asphaltfirniss umgeben. Liess man das Blut längs des Halses der Flasche herablaufen, so erhielt man eine für die spectroskopische Untersuchung hinreichend dünne Schicht.

Die älteren Beobachtungen, in denen ich selbst das Kohlenoxyd durch das Blut geleitet hatte, gaben z. B.

Beobachtungsnummer	Thier	Flüssigkeit	Blutbänder			
			unverändertes Blut		Kohlenoxydblut	
			Erstes Band	Zweites Band	Erstes Band	Zweites Band
198	Rind	1/3 mm dicke Schicht des frischen Blutes	593 — 569	550 — 529	590 — 570	550 — 528
199	dsgl.	1/100 Wasserverdünnung, Dicke 14 mm	593 — 568	550 — 529	593 — 569	550 — 529
200	dsgl. Dasselbe Blut, durch welches ein Strom von Kohlenoxyd 3/4 Stunden lang geleitet worden, Wasserverdünnung schön kirschroth	1/20 Verdünnung			Nur Roth ungefähr 700 — 589	
201		1/40			dsgl.	
202		1/100			Roth 700 — 592 Ein einziges dunkles Band 592 — 514	
203		1/200			592 — 560	550 — 523
204		1/400			588 — 572	550 — 531
205		1/800			589 — 570	550 — 528
206		1/1600			587 — 572	550 — 528
207		1/3200			586 — 573	550 — 529

Eine andere Versuchsreihe gab:

Beobachtungsnummer	Flüssigkeit		Unverändertes Blut		Kohlenoxydblut	
	Dichte	Schichtdicke in Millimetern	Erstes Band	Zweites Band	Erstes Band	Zweites Band
	a) Nicht verdünntes Blut.					
208		1	Das ganze Spectrum dunkel		Roth, ungefähr 680 — 590	
209		1/4	Roth 680 — 590		Roth und dunkel bis 510	
210		1/10	589 — 570	550 — 530	589 — 570	550 — 525
	b) Verdünnungen des unveränderten Blutes mit gewöhnlichem Quellwasser, dagegen des Kohlenoxydblutes mit Wasser, das unmittelbar vorher unter der Glocke der Luftpumpe entgast worden.					
211	6%	14	Nur Roth 680 — 593		590 — 570 dunkler	Das übrige nicht hell genug
212	3%	14	dsgl.		Ein einziges Band 590 — 520	
213	1½%	14	588 — 571	550 — 521	590 — 570	Nicht messbar
214	¾%	14	588 — 570	550 — 525	588 — 570	550 — 528
215	3/8%	14	588 — 570	550 — 530	588 — 570	550 — 527
216	3/16%	14	588 — 570	550 — 530	588 — 570	550 — 528
217	3/32%	14	588 — 570	550 — 530	588 — 570	550 — 526

Eine ähnliche Versuchsreihe, bei welcher das Kohlenoxydblut mit destillirtem Wasser verdünnt worden, führte zu demselben Ergebnisse der Gleichheit der Blutbänder, das Blut möge unverändert oder mit Kohlenoxyd möglichst geschwängert sein.

Nr. 196 und 197 zeigen, dass das kirschrothe Kohlenoxydblut merklich durchsichtiger ist als dieselbe Blutart, durch welche kein Gas geleitet worden.

Ich untersuchte noch die spectroskopischen Bilder, welche die oben erwähnte Trogvorrichtung für die verschiedenen Weglängen der durchtretenden Lichtstrahlen gab. Die 1/120 Wasserverdünnung des Kohlenoxydblutes lieferte:

Beobachtungsnummer	Dicke der Flüssigkeiten in Millimetern	Blutbänder	
		Erstes	Zweites
218	4,4	586 — 570	550 — 528
219	6,7	586 — 570	550 — 528
220	9,0	Ein Band 590 — 520	
221	14,6	dsgl. 590 — 510	
222	18,0	590 — 500	
223	20,0	Nur Roth 680 — 590	
224	24,4	690 — 590	
225	33,3	685 — 590	
226	35,5	680 — 590	

Die grössere Durchsichtigkeit des Kohlenoxydblutes verrieth sich dadurch, dass das ganze Spectrum von der gleichen Wasserverdünnung des frischen, mit keinem Gase behandelten Blutes bei weniger als 35 ^{mm} Flüssigkeitsdicke ausgelöscht wurde. Man sieht ferner aus 223 bis 226, dass auch hier eine Zwischenstufe vorhanden war, bei welcher das sichtbare Roth weiter nach dem Ultraroth hinüberreichte als bei dickeren und bei dünneren Schichten.

Drehte man die Kohlenoxydblut enthaltenden Flaschen mit den zugeschmolzenen Röhren um, so zeigten die hinreichend dünnen an der Wand haftenden Schichten des hinabgelaufenen Blutes die ersten Tage Bänder, die von 590 oder 585 bis 570 oder 558 und von 550 bis 530 oder 525 reichten. Dickere Lagen gaben ein einziges Band von 589 bis 510. Wiederholte man den Versuch vier Wochen später, so zeigten die sieben verschiedenen Flaschen 588 oder 578 bis 570 oder 560 und 550 bis 525 oder 520. Vier Monate darauf fanden sich ähnliche Werthe.

Ich stiess auf eine sehr eigenthümliche Erscheinung, als ich faulendes Kohlenoxydblut in einem mit ebenen, parallelen Wänden versehenen Fläschchen, dessen Hohlraum überall gleich dick war, so eingeschlossen hatte, dass oben nur eine kleine Luftblase übrig blieb. Das Ganze hatte einen Stich in das Braune nach drei Wochen angenommen. Die untere Hälfte der Flüssigkeit zeigte gesonderte Blutbänder, die nach dem violetten Ende des Spectrums auffallend verschoben waren. Das erste hatte 580 oder 575 zum Anfangs- und 550 zum Endrande und das zweite 538 oder 535 und 520

oder 515. Die obere Flüssigkeitshälfte lieferte nur ein Band von 580 oder 575 bis 515. Schüttelte man die 1/120 Blutverdünnung, so sah man überall das einfache Band. Hatte die Flüssigkeit eine Zeit lang senkrecht gestanden, so zeigte sich dieses nur in der oberen und die zwei gesonderten Bänder in der unteren Hälfte, so dass man hier zwei Lösungen von ungleichem specifischem Gewichte hatte, die sich durch keinen Farbenunterschied erkennen liessen. Die Uebergangsstufe gab ein Band mit einer hellen Spalte.

Da das Kohlenoxyd den Sauerstoff aus dem Blute austreibt, dieses nichtsdestoweniger aber, von der äusseren Luft abgeschlossen und nur von Kohlenoxyd umgeben, die beiden gewöhnlichen Bänder des sog. Oxyhämoglobins in hinreichend dünnen Schichten zeigt, so folgt, dass diese auch vorkommen können, wenn keine bedeutende Menge von Sauerstoff in der Blutflüssigkeit vorhanden ist.

Das Kohlenoxydblut unterscheidet sich durch eine Reihe von Eigenschaften von dem mit keinem Gase behandelten Blute. Es ist im Ganzen genommen unveränderlicher, bewahrt seine Durchsichtigkeit und seine kirschrothe Farbe ohne oder mit Wasserverdünnung länger als das gewöhnliche Blut, das auch weit früher bei der Fäulniss undurchsichtiger und braunroth oder braun wird, wird noch, wenn es eine braune Farbe durch seine spätere Selbstzersetzung angenommen hat, durch Wasserverdünnung im Anfange von neuem kirschroth, fault später und entwickelt zuletzt einen eigenthümlichen Fäulnissgeruch. Seine gesonderten Blutbänder erhalten sich in dem luftleeren Raume, wenn die des frischen Blutes in ein einziges Band durch Sauerstoffverlust übergehen. Sie widerstehen auch stärker der Durchleitung von Kohlensäure. Marchand und später Weyl und Anrep[1]) haben schon den grösseren Widerstand des Kohlenoxydblutes gegen chromsaure Alkalien, Oxydationsmittel, Chamäleonlösung und Hydrochinon hervorgehoben. Es lieferte mir kein Zwischenband mit Schwefelammonium. Nur das erste Band blieb zwischen 589 und 580 bei mässigem Tageslichte kenntlich. Das Schwefelwasserstoffband hingegen zeigte sich wie gewöhnlich. Die fortgeschrittene Fäulniss und die damit verbundene

---

1) Weyl u. Anrep a. a. O. S. 227—240.

braunere Färbung und geringere Durchsichtigkeit kann zu einem Bande von 594 bis 530 führen.

Leitet man Kohlensäure durch ein 1/100 bis 1/200 Wasserverdünnung des frischen Rindsblutes, während man durch das Spectroskop sieht, so kann man es verfolgen, wie die Blutbänder mit der Abnahme der Durchsichtigkeit der Flüssigkeit breiter werden und endlich zu einem einzigen Bande verschmelzen. Sehr grosse Kohlensäuremengen können die Blutbänder beseitigen. Die des Kohlenoxydblutes blieben noch nach der Durchleitung von zwei bis drei Stunden.

Der Durchgang von Schwefelwasserstoffgas führt zu einem Bande im Roth[1]), dem des sog. Schwefelmethämoglobin[2]). Es erscheint früher als die gewöhnlichen Blutbänder verschwinden, und verliert sich nach einiger Zeit, wenn die Flüssigkeit frei an der Luft steht. Es erhält sich in geschlossenen Gefässen länger, geht aber auch hier zuletzt verloren. Wasserverdünnungen gaben z. B.

Beobachtungsnummer	Thier	Flüssigkeit	Schwefelwasserstoffband	Erstes Blutband	Zweites Blutband
227	Rindsblut	1/90 Wasserverdünnung	648 — 612	Ein einziges Band 590 — 540	
228	geschlagenes Rindsblut	1/120 Verdünnung	642 — 610	592 — 565	550 — 525
229	dsgl.	1/200 Verdünnung	640 — 610	590 — 569	550 — 524
230	Kohlenoxydblut des Rindes	1/120 Verdünnung	642 — 610	592 — 565	550 — 528

Eine vergleichende Versuchsreihe, die ich mit dem frischen, geschlagenen, hochrothen Rindsblute und dem durch Schwefelwasserstoff dunkelbraun oder schwarzbraun gewordenen Blute anstellte, lehrte:

1) Der Gebrauch des Spectroskopes S. 82, 83 Fig. 16.

2) Hoppe-Seyler a. a. O. S. 386.

Beobachtungsnummer	Unverändertes Blut		Beobachtungsnummer	Schwefelwasserstoffblut	
	Dicke der Flüssigkeit in Millimetern	Spectroskopisches Bild		Dicke der Flüssigkeit in Millimetern	Spectroskopisches Bild
		a) Unverdünntes Blut.			
231	1 1/2	680 — 620. Nur schattig und nicht ganz deutlich	238	1 1/2	Das ganze Spectrum unsichtbar
232	1	680 — 600. Besonders das Roth lebhaft	239	1	dsgl.
233	1/4	Bänder 592 — 570 550 — 529	240	1/4 — 1/3	Roth 680 — 610. Ein einziges schwarzes Band 590 — 530
		b) Wasserverdünnung derselben Blutarten; 14^{mm} Dicke.			
234	Verdünnung 1/3	Nur 680 — 590	241	1/3	Das ganze Spectrum unsichtbar
235	1/27	Dasselbe Roth, aber heller	242	1/9	Schwer kenntliches Roth 680 — 590
236	1/81	592 — 569 550 — 525	243	1/27	Bänder 640 — 625 591 — 568 550 — 525
237	1/243	589 — 570 550 — 530	244	1/81	644 — 622 590 — 572 550 — 530
245	1/729	586 — 572 550 — 533	247	1/243	Nur noch 587 — 572 als Beschattung bemerkbar
246	1/2187	Sehr matte Blutbänder	248	1/729	Bänder unkenntlich

Man sieht hieraus, dass das Schwefelwasserstoffblut bedeutend undurchsichtiger ist als das hellrothe Blut, durch welches keine Gase geleitet worden. Die Blutbänder bleiben in den Wasserverdünnungen von diesem länger sichtbar.

Es wurde schon oben erwähnt, dass oft ein dem Methämoglobin zugeschriebenes Band auf einer gewissen Fäulnisstufe des Blutes und zwar, so viel ich sah, immer nur vorübergehend und vor den Blutbändern verschwindend, auftritt. Das Band ist ebenso schwarz wie das Schwefelwasserstoffband. Es lag zwischen 640 oder 635 und 620 in den von mir beobachteten Fällen. Es war also schmäler als die breitesten Formen des Schwefelwasserstoffbandes, ein Umstand, der zu keiner sicheren Unterscheidung berechtigte, wenn er sich selbst beständig wiederholte.

Drei Flaschen, die in gleicher Weise, wie die mit Kohlenoxydblut, mit frischem Rindsblute gefüllt waren, durch welche Phosphorwasserstoff, Antimonwasserstoff oder Arsenikwasserstoff von Herrn Perrmond geleitet worden, führten oben zugeschmolzene Zu- und Ableitungsröhren. Das über dem Blute stehende Gas stimmte immer mit dem, welches durch das Blut gegangen war, überein. Alle drei Gasarten, selbst der Phosphorwasserstoff, für den man es in Abrede stellt, haben nur immer ein breites, schwarzes Band erzeugt. Es maass in dünnen, an den Flaschenrändern herabfliessenden Schichten 590 — 535 oder 525 für den Phosphor-, 590 — 540 oder 530 für den Antimon- und 590 — 540 oder 595 — 535 oder 510 für den Arsenikwasserstoff. Verdünnte ich das mit Antimonwasserstoff gesättigte Blut mit Wasser, so ergab sich:

Beobachtungsnummer	Wasserverdünnung	Erstes Blutband	Zweites Blutband
249	1/60	Nur 665 — 588	
250	1/175	592 — 568	550 — 520
251	1/340	589 — 569	550 — 522

Das dunkelkirschrothe Blut, dessen Wasserverdünnung einen Stich ins Bräunlich-Kirschrothe zeigte, erschien etwas undurchsichtiger als das gleiche Blut, durch welches kein Gas geleitet worden. Es war auffallend klebriger als Kohlenoxydblut und anderes frisches oder faulendes Blut des Rindes. Dasjenige, welches mit Phosphorwasserstoff gesättigt worden, besass eine braunrothe Farbe. Das mit Arsenikwasserstoff behandelte erschien ebenfalls braunroth, jedoch nur in dickeren, hingegen kirschfarben in dünneren Lagen.

Ein in einem der ersten Laboratorien des Auslandes dargestelltes Hämatin verdunkelte keinen Theil des Spectrum, man mochte die braune Lösung mit Kali- oder Natronlauge oder mit flüssigem Ammoniak bereitet oder schwefelsäurehaltigen Weingeist angewandt haben. Nur die mit Cyankalium versetzte Natronlösung, verdunkelte 589 — 549 in verdünnten und 590 — 520 oder selbst 500 in dichteren Lösungen. Man hatte also das Cyankaliumhämatinband von Nawrocki[1]). Dunkelrothes, käufliches Hämatokrystallin,

1) Hämatinspectra, siehe bei Hofmann a. a. O. S. 289; Hoppe-Seyler a. a. O. S. 389; Rollett a. a. O. S. 64, 65 Fig. 10, 11, 12.

das freilich nur noch Spuren früherer Krystallisation darbot, zeigte nur im günstigen Lichte ein Band von 588 — 580, vielleicht einen Rest des ersten Blutbandes.

Soret[1]) fand, dass Wasserverdünnungen des Blutes keinen dunklen Streifen in dem ultravioletten Spectrum erzeugen. Man sieht hingegen noch ein drittes Band ausser den beiden Blutbändern in dem äussersten Violett, das in fast allen Spectroskopen nicht mehr bei Tages- und selbst im Sonnenlicht erkannt wird. Es liegt zwischen G und h diesem näher als jenem. Hieraus folgt, dass die Wellenlängen, denen es entspricht, von 430 oder 431 weiter als von 410 abstehen werden. Soret bemerkte dieses Band leicht mit schief verstellbarem und mit einem blauen Glase versehenem fluorescirendem Ocular, besonders im Sonnenlichte, sonst nur höchstens bei dem Gebrauche eines blauen Glases.

Ich habe mir viele vergebliche Mühe gegeben, dieses Band in dem Modelspectroskop von Browning, wo die anderen Farben von selbst abgeblendet sind, wenn man auf Violett eingestellt hat, in dem Spectrometer von Meyerstein mit einem Prisma von Flint, Quarz oder Kalkspath, mit einem Collimator und Fernrohrlinsen von Glas oder Quarz, mit dem an einem anderen Orte[2]) beschriebenen Schwefelkohlenstoffprisma, das hellere Bilder, als alle mit Glaslinsen versehene Vorrichtungen gibt, einem Spectroskop von Ruhmkorff, einem von Hoffmann mit gerader Durchsicht und möglicher Schiefstellung des Fernrohres bei Abblendung der rothen Hälfte des Spectrum und einem Mikrospectroskop von Merz im Tages-, im Sonnen- oder im Magnesiumlichte zu sehen. Brachte ich das Spectralocular an einem Zeis'schen Mikroskope an und warf Sonnenlicht durch den geraden Spiegel bei der Benutzung des Abbé'schen Beleuchtungsapparates oder des schief zu stellenden Oculars ohne denselben, so war ich nicht glücklicher, ich mochte ein blaues Glas und selbst das herausgenommene des fluorescirenden Oculars einschalten oder nicht. Das Sonnenlicht beleuchtete meist nur bis

1) J. L. Soret, Compt. rend. Vol. 86 (1878) p. 711, Anmerkung u. besonders: Bibliothèque universelle; Archives des sciences physiques et naturelles; Nouvelle Période. Tome 61 (Genève 1878) p. 347.

2) Der Gebrauch des Spectroskopes S. 22, 23 Fig. 4, 5.

430, also nicht bis zu dem Orte des dritten Bandes. Gelang es aber auch bis 410 und selbst bis 390 zu erhellen, so konnte man keinen dunklen Streifen erkennen.

Dieses bewog mich, ein fluorescirendes Ocular an dem Meyerstein'schen Spectrometer von dem Genfer Atelier de Physique, das auch Soret's Vorrichtungen hergestellt hat, anbringen zu lassen. Die meisten meiner Versuche fielen auch hier bei dem Gebrauch von Sonnen- oder von Magnesiumlicht negativ aus; ich mochte das mit fluorescirender Aesculinlösung gefüllte Kästchen zu Erzeugung des Ultraviolett eingeschaltet haben oder nicht. Ich sah aber in vielen Fällen, die jedoch die Minderzahl der beobachteten bildeten, eine Erscheinung, die vielleicht mit dem dritten Bande zusammenhängt. Erkannte man das Spectrum mit den beiden gewöhnlichen Blutbändern mit Hilfe des fluorescirenden Oculars bei dem Gebrauche von Gaslicht und liess man das blendend weisse Licht des brennenden Magnesiumbleches einfallen, so wurde der äusserste blauviolette Theil des Spectrums schmaler, so dass sich das Ende desselben verdunkelte. Trat dasselbe im Tageslichte ein, wenn ich volles Sonnenlicht durch die Spalte des Spectrometers warf, so entstand ein dunkelschwarzer Streifen, der breiter als jedes der beiden Blutbänder im Grün, ja selbst als die Summe ihrer Breiten war, ohne dass ich ein äusserstes Violett jenseits desselben bemerken konnte.

Diese Beobachtungen lehren:

1. Die Werthe, welche die Maassvorrichtungen der gewöhnlichen mit Flintglasprismen versehenen Spectroskope liefern, können von einem Instrumente zum andern wechseln, weil die verschiedenen Flintglassorten ungleiche Zerstreuungsgrössen nicht bloss für das Spectrum im Ganzen, sondern auch für die mannigfachen Farbenbezirke desselben besitzen. Ein und derselbe Körper, also auch der Blutfarbstoff, kann seine dunklen Bänder an anderen Orten in der einen, als in einer zweiten Vorrichtung haben. Dazu kommt noch, dass die Flächentheilung der durch gänzliche Zurückwerfung sichtbar gemachten Scala oder die Kreistheilung der mikrometrischen Vorrichtung willkürlich ist. Dem gegenüber gibt das Abbé-Zeis'sche Spectralocular ein absolutes, allgemein gültiges Maass in den Wellen-

längen der einzelnen Spectralstellen, so dass die Wissenschaft von nun an die Breiten der durch die verschiedenen Körper erzeugten dunklen Streifen nach den Grenzwerthen ihrer Wellenlängen wird verzeichnen müssen.

2. Nimmt man den tausendsten Theil eines Millimeters oder den von den Mikroskopikern sog. Mikromillimeter als Maasseinheit, so betragen die Wellenlängen der Farben des sichtbaren Spectrums Zehntheile dieser Einheit in erster Annäherung. Das im Anfangsroth liegende Roth hat z. B. 0,7 und das im äussersten Violett befindliche H 0,4 μ. Denkt man sich den Mikromillimeter wiederum in tausend Theile getheilt und drückt den Unterschied durch hinzugefügte Indices aus, so dass $Mk_1 Mm$ den Mikromillimeter oder den erster Ordnung (Protomikromillimeter) und $Mk_2 Mm$ den tausendsten Theil von diesem, den Mikromillimeter zweiter Ordnung (Deuteromikromillimeter) bezeichnet, so lassen sich die genaueren Werthe der Wellenlängen durch drei Zahlen dieser neuen Einheit ausdrücken, so dass man das Vorsetzen eines Nullganzen, wie bei dem Gebrauch des Mikromillimeters, erspart. Da ein Mikromillimeter den milliontelsten Theil eines Meters beträgt, so gleicht ein Mikro-Mikromillimeter dem billiontelsten Theile desselben. Man wird daher für B statt 0,000690^{mm} oder statt 0,690 μ und 690 schreiben, wenn man $mk_2 mm$ als Einheit voraussetzt. Alle hier angeführten Zahlen haben diese Bedeutung.

3. Man kann dasselbe Spectralbild des Blutes auf drei verschiedenen Wegen bei der gleichen Beleuchtungsstärke erhalten. Man untersucht Blutschichten von einer bestimmten Dicke oder Wasserverdünnungen von einer gewissen Concentration des Farbstoffes oder bei gegebener Dicke der Flüssigkeit oder Weglänge des durchtretenden Lichtes. Da alle drei Betrachtungsarten dasselbe Spectralbild unter gegebenen Bedingungen liefern, so sind immer eine bestimmte Dicke des unverdünnten Blutes, eine bestimmte Concentration des wasserverdünnten für eine gegebene Dicke und eine bestimmte Dicke für eine gegebene Concentration spectroskopisch äquivalent.

4. Die Lichtstärke des ursprünglichen Spectralbildes übt einen bedeutenden Einfluss auf die Erkenntniss der durch die Blutfarbstoffe erzeugten Spectralbilder aus. Die hier mitgetheilten Erfahrungen

werden meist bei günstigem Tageslichte gewonnen. Die Spalte des Spectraloculars hatte eine Breite von 1/3 bis 1/4 mm. Man erkannte dann nicht bloss die Linien *B*, *C*, *D*, *E*, *b* und *F*, sondern auch noch eine Reihe feinerer Linien, besonders im Grün. Ich überzeugte mich von Zeit zu Zeit, dass die helle Natriumlinie *D* genau auf 589 stand, die Scala also die richtigen Wellenlängen anzeigte. Das gewöhnliche Tageslicht macht unter diesen Verhältnissen ein Spectrum sichtbar, das von 680 oder 660 bis 430, also von *B* bis *C* bis etwas über *G* reicht. Treten die Lichtstrahlen günstig ein, so wird das Blauviolett bis 400 und selbst bis 390 durch Sonnenlicht, das man mittels eines Spiegels einfallen lässt, oder durch Magnesiumlicht kenntlich. Das Spectrum reicht also dann bis zwischen *h* und *H*. Eine allzustarke Beleuchtung durch Sonnenlicht kann schaden, indem es nicht bloss die dunklen Bänder, sondern auch die Farben unkenntlich macht. Es kommt andererseits vor, dass Blutbänder, die man in gewöhnlichem Tageslichte nicht sieht, bei Gaslicht oder nach der Einschaltung eines blauen Glases kenntlich werden. Die bei Tageslichte gesehenen Blutbänder erscheinen häufig schwärzer im Sonnen- oder überhaupt in hellerem Lichte.

5. Eine jede der in 3. genannten Untersuchungsarten führt im Wesentlichen zu demselben Gange des Wechsels des Spectralbildes. Die Flüssigkeit macht zuerst das gesammte Spectrum unsichtbar. Eine dünnere Schicht oder eine geringere Concentration lässt nur den rothen Anfangstheil von ungefähr 680 oder 660 bis 593 oder 590, den wir kurz Roth nennen wollen, obgleich er noch Orange und selbst Gelb enthalten kann, wahrnehmen. Man hat später einen schwarzen gesonderten Bezirk, der z. B. von 593 bis 510 reicht. Er öffnet sich hierauf durch einen schmalen, lichten Spalt, der zwischen 550 und 560 liegt und nur in heller Beleuchtung in seinem allerersten Anfange erkannt wird. Er verbreitert sich in der Folge, während zugleich ein immer grösseres Stück des Blauviolett sichtbar wird. Man hat endlich die beiden Blutbänder im Grün, welche die einzigen Schattenstreifen im Spectrum bilden. Das erste, α, reicht z. B. von zwischen 593 und 588 bis zur Gegend von 570 und das zweite, β, bis zu dem Bezirke von 530. Erzeugt man gleichzeitig die helle *D*- oder Natriumlinie, so kann

man unmittelbar in zweifelhaften Fällen erkennen, ob der Anfangsrand des ersten Bandes diesseits oder jenseits von 589 liegt. Die Orte und die Breiten der beiden Blutbänder bleiben dann annähernd beständig, sie wechseln gar nicht oder nur in untergeordnetem Maasse und in dem letzteren Falle das erste Band nicht selten an beiden Enden; das zweite hingegen nur an dem dem Violett zugekehrten, wenn sich die Dichtigkeit der Lösung oder die Weglänge des durchtretenden Lichtes innerhalb bedeutender Grenzen ändert. Eine spätere Abnahme der Breite derselben, bei welcher die Bänder immer matter werden, ist oft nur scheinbar, weil die Randbezirke als zu wenig dunkel nicht erkannt werden. Es gelingt dann bisweilen, die frühere Breite bei einer passenden, nicht zu schwachen und nicht zu starken Beleuchtung wahrzunehmen. Das zweite Band wird endlich früher als das erste, das nach dem rothen Ende des Spectrums hin dunkler erscheint, unkenntlich, bis endlich auch dieses nicht mehr gesehen wird. Der Gebrauch einer passenderen helleren Beleuchtung durch Gas oder eines nicht zu undurchsichtigen blauen Glases kann sie oft noch zeigen, wenn sie schon sonst verschwunden schienen.

6. Man kann das spectroskopische Bild benutzen, um die Durchsichtigkeitsgrade verschiedener Blutarten wechselseitig zu vergleichen. Das unveränderte durchsichtigere Blut z. B. lässt das Roth allein und später ausserdem noch das einfache von 593 bis 520 oder 510 reichende schwarze Band in dickeren Schichten als das durch die Fäulniss oder hinzugesetzte Reagentien dunkler gewordene Blut erkennen. Man kann auch solche Helligkeitsabnahmen mittels der Durchleitung von Kohlensäure oder Schwefelwasserstoff erzeugen. Das frische Schlagaderblut ist durchsichtiger als das Blutaderblut. Das Kohlenoxydblut lässt das Licht leichter durchgehen, als das frische und um so mehr als das ältere mit keinem Gase behandelte Blut. Da der Erstickungstod das hellrothe Blut dunkler macht, so verliert es hierdurch an Durchsichtigkeit und zeigt auch bei Verdünnungen oder in dünnen Lagen breitere Bänder als das hellere Blut unter gleichen Verhältnissen, wo die nahezu beständige Bandbreite auftritt. Einzelne Stellen können auch dann tiefere Beschattungen liefern.

7. Die Wellenlänge 550 übernimmt eine eigenthümliche Rolle. Bricht zuerst der von 593 bis 510 reichende dunkle Streifen auseinander, wenn man von einer dichteren Lösung oder einer dickeren Schicht zu einer dünneren übergeht, so dass ein Spalt entsteht, der zuerst nur bei passender heller Beleuchtung bemerkt wird, so liegt es zwischen 550 und 555 oder 560. Erweitert er sich später, so bleibt sein gegen das violette Spectralende gekehrter Endrand bei 550. Der Anfangsrand hingegen schreitet immer mehr gegen 570 fort. Hat man später die beiden annähernd beständigen Blutbänder, so beginnt das zweite, so lange es tiefschwarz und scharf und geradlinig begrenzt ist, bei 550. Man kann die Scala des Spectraloculars hiernach einstellen und wird finden, dass dann die *D*-Linie um so genauer mit 589 zusammenfällt, je sicherer die gerade Linie des Anfangsrandes zu erkennen war. Es ist mir mehrere Male vorgekommen, dass ich kleine zufällige Scalenverrückungen dadurch bemerkte, dass das tiefschwarze zweite Band nicht genau bei 550 anfing. Mattere Bänder können zwischen 550 und 545 zu beginnen scheinen.

8. Betrachte ich die rothen Hautstellen meiner Fingerphalangen mit dem Spectraloculare in hinreichend heller Beleuchtung durch die zurückgeworfenen Lichtstrahlen, so sehe ich immer wenigstens das erste und zwar selbst in dem trüben Lichte eines Regentages und unter irgend günstigen Verhältnissen auch noch das zweite Blutband. Jenes reicht in der Regel von 590 oder 589 bis 570 oder 569, und dieses von 550 bis ungefähr 528. Schnüre ich meinen Daumen mit einem Kautschukring so fest zusammen, dass bald die Haut blau wird, so erscheint ein einziges Band von 590 bis 520 oder 510, eine Aenderung, die schon von Vierordt zu weiteren Bestimmungen benutzt wurde.

Eine Reihe von Beispielen kann zeigen, dass jene Werthe der annähernd beständigen Bandbreiten in dem Blute aller Wirbelthierklassen wiederkehren. Es fand sich z. B.:

Beobachtungsnummer	Geschöpf	Blutbänder	
		Erstes	Zweites
252	Erwachsener Mensch, Blut durch Nasenbluten erhalten	590 — 570	550 — 529
	Das einer menschlich. Leiche	589 — 569	550 — 530
253	Frischer viermonatlicher Embryo des Menschen	588 — 570	550 — 530
254	Hund	590 — 568	550 — 529
255	Katze	590 — 569	550 — 523
256	Gemeine Fledermaus	590 — 568	550 — 529
257	Erwachsenes Kaninchen	589 — 569	550 — 527
258	Neugeborenes Kaninchen	588 — 570	550 — 530
259	Murmelthier, in der Mitte des Sommers	590 — 569	550 — 525
260	Murmelthier am Ende des Winterschlafes	590 — 570	550 — 526
261	Frisches Carotidenblut des Pferdes	589 — 570	550 — 529
262	Frisches Drosselvenenblut des Pferdes	589 — 569	550 — 529
263	Frisches Rindsblut	590 — 570	550 — 528
264	Dasselbe zwei Monat alt	590 — 570	550 — 527
265	Dasselbe nach drei Monaten	592 — 569	550 — 528
266	Kalbsblut	589 — 569	550 — 529
267	14 cm langer Rindsembryo	592 — 568	550 — 526
268	Schwein	590 — 568	550 — 522
269	Taube	588 — 571	550 — 530
270	19 tägiger Hühnerembryo	588 — 573	550 — 532
271	Ringelnatter	589 — 569	550 — 524
272	Schildkröte	590 — 565	550 — 525
273	Wetterfrosch	589 — 570	550 — 527
274	Graue Kröte	590 — 570	550 — 528
275	Geburtshelferkröte	590 — 570	550 — 530
276	Marmorirter Wassersalamander	590 — 570	550 — 530
277	Alter Axolotl	588 — 570	550 — 528
278	Junger Axolotl	591 — 570	550 — 530
279	Hecht	589 — 571	550 — 531
280	Forelle	589 — 570	550 — 530
281	Lachs	590 — 569	550 — 522

Die hier auftretenden Schwankungen können an jedem Thiere nach Maassgabe der Nebenumstände vorkommen.

9. Die in dem Texte enthaltenen Verzeichnisse von Körpern, welche die Blutbänder bestehen lassen oder sie zerstören, besitzen einen nur bedingten Werth, weil die Wirkung auf das Spectralbild nicht bloss von untergeordneten Eigenschaften, z. B. der Anwesenheit einer geringen Menge freier Säure oder einer andern Masse, sondern auch oft von feineren, nicht angebbaren Verschiedenheiten der Blutmasse selbst abhängt. Hierin liegt auch der Grund, dass manche künstlich dargestellte Präparate von Blutfarbstoff, wie das sog. Hämatin, gar keine oder keine eigenthümliche dunkle Streifen erzeugten. Man kann dessenwegen nicht einige allgemeine Sätze aus solchen Untersuchungen entnehmen. Die Säuren, welche zuerst Bänder im äussersten Roth geben, zerstören die gewöhnlichen Blutbänder in verhältnissmässig sehr kleinen Mengen und die Alkalien nur in grossen, so dass schwächere Lösungen derselben als Erhaltungsmittel gelten können, wenn sie in geringeren Mengen angewandt werden. Erzeugt eine Substanz einen Niederschlag, so können sich die Blutbänder in Einzelfällen in diesem, in der darüber stehenden Flüssigkeit, oder in beiden erhalten, meist wenn diese röthlich sind, bisweilen auch wenn sie eine andere Farbe besitzen. Manche Körper, von denen man es nicht erwarten würde, wie das Zinksulphat in fester Form oder in selbst schwach saurer Lösung der Blutverdünnung zugesetzt, erhielten die Bänder, während sie von Kupfersulphat zerstört wurden. Chlorwasser hatte den letzteren Erfolg. Das stark nach Chlor riechende, schwer lösliche Trichlorphenol übte diese Wirkung nicht aus.

10. Eine Reihe der stärksten Gifte, wie salpetersaures Strychnin, salzsaures Brucin, wässerige Opiumtinctur, schwefelsaures Morphin, Pikrotoxin, krystallisirtes, salicylsaures Physostigmin, schwefelsaures Atropin, Duboisin, der Wasserauszug von Curare, 12 proc. Blausäure, Cyankalium (in wässeriger Lösung), das schwer lösliche Cyanquecksilber, Amygdalin mit Emulsin änderten die Blutbänder nicht.

11. Sie erhielten sich bis — 16° C. und bis + 57° C. und blieben auch noch bei vorsichtiger Erwärmung in höheren Wärmegraden, so lange sich nicht geronnenes Eiweiss niederschlug und die Flüssigkeit farblos wurde.

12. Es ist möglich, dass sie sich trotz der Fäulniss an freier Luft Monate lang erhalten. Sie gehen aber dann in vielen anderen Fällen zu Grunde. In Gefässen mit oder ohne Atmosphäre eingeschlossen, bleiben sie in glücklichen Fällen Jahre lang, während sie in anderen verschwinden. Erscheinen sie in solchen alten Blutmassen in sehr dünnen Schichten, so zeigen sie sich oft in der Wasserverdünnung nicht mehr, können aber nach der Durchleitung von Stickoxyd in dem rothen Niederschlage wiederum auftreten und Jahre lang kenntlich bleiben.

13. Das faulende Blut zeigt häufig einen schwarzen Streifen in dem mittleren Bezirke des Roth, der an das Schwefelwasserstoffband erinnert und den man dem Methämoglobin zuschreibt. Er reichte von 640 oder 635 bis 620 in den von mir beobachteten Fällen, wenn es schon im Tageslichte kenntlich war. Ich fand aber auch einmal eine Wasserverdünnung eines zwei Tage alten Katzenblutes, in dem man ein solches Band, aber nur im Sonnenlichte, erkannte und das zwischen 645 und 625 oder in anderen Fällen zwischen 665 und 640 zu liegen schien. Die spätere Fäulniss beseitigt diesen Streifen wiederum.

14 Man hat zwei verschiedene Arten des Zwischen- oder Reductions- oder des Stokes'schen Bandes. Natriumsulphid und bisweilen auch Natriumsulphhydrat in zu grossen zerstörenden Mengen angewandt, erzeugten einen tiefschwarzen beiderseits scharf begrenzten Zwischenraum, der den früheren Zwischenraum der Blutbänder, also 570 bis 550 genau ausfüllte und daher den Namen des wahren Zwischenbandes verdient. Ohne Atmosphäre hermetisch eingeschlossenes Blut, das Entgasen desselben unter der Luftpumpe und Schwefelammonium liefern ein weit breiteres, aber matteres, nach den Endtheilen zu immer heller werdendes Zwischenband statt der beiden Blutbänder, das z. B. von 592 oder 573 bis 550 oder 540 je nach Verschiedenheit der Dicke der Schichten und anderer Nebenbedingungen reichte. Zwei von vier mit Schwefelammonium behandelten Proben zeigten nach 14 Jahren kein Band mehr, eine ein einziges Band von 565 bis 545 und eine zwei Bänder von 564 bis 540 und 528 bis 510.

15. Das einfache Band, welches die Luftpumpe erzeugt, verwandelt sich sogleich in die beiden Blutbänder, sowie man gewöhnliches, lufthaltiges Wasser zusetzt oder die Flüssigkeit einige Zeit an der Luft stehen lässt. Bleibt das Blut ohne Atmosphäre eingeschlossen, so wird das einfache Band immer matter und matter, bis endlich alle Spectralfarben von der trüben, schwächer röthlichen Flüssigkeit durchgelassen werden.

Da das Venenblut ebenso gesonderte Blutbänder als das Schlagaderblut liefert, so kommt ein Zwischenband in dem kreisenden, lebenden Blute, wie Vierordt schon zeigte, nur vor, wenn z. B. die Oxydation durch Hemmung der Circulation gehindert wird.

16. Das Kohlenoxyd, welches den Sauerstoff aus dem Blute treibt, zerstört dessenungeachtet die beiden Blutbänder nicht. Man sieht sie an den gewöhnlichen Orten und in ihren ganzen Breiten in der frischen und der faulenden Blutmasse, wenn sie mit dem Gase stehen gelassen worden und dieses sich über ihr in einem hermetisch geschlossenen Gefässe befindet. Die mit dem Spectralocular angestellten Messungen konnten keine Verschiebung der Blutbänder nach dem violetten Ende zu nachweisen. Eine solche zeigte sich dagegen Wochen nach der Einführung des faulenden Blutes mit sehr geringen Mengen Atmosphäre. Die Bänder gaben 575 — 550 und 535 — 515 (siehe oben S. 205).

17. Das Kohlenoxydblut unterscheidet sich dagegen wesentlich von der gleichen regelrechten Blutart, durch welche kein Gas geleitet worden. Seine schön kirschrothe Farbe erhält sich länger in der kirschrothen, verdünnten oder unverdünnten Flüssigkeit als die der rothen und bei der Fäulniss bräunlicher werdenden, gewöhnlichen Blutmasse oder deren Wasserverdünnung. Es ist durchsichtiger und zeigt sich in jeder Hinsicht conservativer. Es fault später und entwickelt dabei einen eigenthümlichen Geruch, wenigstens im Anfange, bewahrt dann auch seine beiden Bänder die längste Zeit, lässt diese nicht bei der Entgasung mittels der Luftpumpe oder durch Durchleitung von Kohlensäure zu einem Bande zusammentreten, gibt aber das gewöhnliche Band des Schwefelmethämoglobin nach der Durchleitung von Schwefelwasserstoff. Die sehr

weit fortgeschrittene Fäulniss desselben liefert zuletzt ebenfalls ein Zwischenband 590 — 530.

18. Leitet man Kohlensäure durch eine Wasserverdünnung des gewöhnlichen Blutes, so wird der helle Zwischenraum zwischen den beiden Blutbändern immer schmaler und schwindet zuletzt ganz. Grosse Kohlensäuremengen können die Blutbänder zerstören.

19. Das Schwefelwasserstoffband oder Schwefelmethämoglobinband bildet einen dem Roth angehörenden tiefschwarzen Streifen, der von 648 oder 640 bis 612 oder 610 nach Verschiedenheit der Proben reichte. Das Band erhielt sich länger, wenn das Blut in einem Gefässe hermetisch eingeschlossen blieb als wenn es an der freien Luft stand.

20. Man kann spectroskopisch nachweisen, dass die Durchleitung von Schwefelwasserstoff ebenso wie die der Kohlensäure, oder die Fäulniss das Blut nicht nur dunkler färbt, sondern auch weniger durchsichtig macht.

21. Die Durchleitung von Schwefelwasserstoff durch Kohlenoxydblut erzeugt diese Aenderungen in geringerem Grade.

22. Die Sättigung des Blutes nicht bloss mit Antimon- oder Arsenikwasserstoff, sondern auch mit Phosphorwasserstoff führt zu einem einfachen Bande von 595 oder 590 bis 540 bis 535 für hinreichend dünne Schichten des unveränderten Blutes. Die Wasserverdünnung des Phosphorwasserstoffblutes gibt die gewöhnlichen Blutbänder.

23. Das zwischen *G* und *h* angegebene dritte Blutband, das also zwischen 430 und 410, diesem näher als jenem liegen würde, kann schon deshalb nicht in dem gewöhnlichen Spectroskope beobachtet werden, weil das Blauviolett nicht über 430 und selbst nicht bis dahin gesehen wird. Gelang es auch z. B. in dem Spectralocular, die Sichtbarkeit durch Sonnen- oder Magnesiumlicht bis zwischen 400 und 390 auszudehnen, so wurde doch kein schwarzes Band zwischen 430 und 410 wahrgenommen, man mochte ein blaues Glas eingeschaltet haben oder nicht. Etwas weiter führte der Gebrauch des Soret'schen fluorescirenden, schief zu neigenden Oculars, wenn es an dem Spectrometer von Meyerstein angebracht wurde und ein Collimator, ein Prisma und ein Objectiv von Quarz oder

auch nur ein Flintglasprisma und Glaslinsen wirkten. War eine Blutverdünnung, welche die zwei Blutbänder im Grün zeigte, eingeschaltet, so sah man in einzelnen, aber verhältnissmässig seltenen Fällen, dass sich das Blauviolett durch Verdunkelung des äussersten Theiles verschmälerte, wenn Magnesiumlicht oder das mittels eines Spiegels eingeworfene sehr helle Sonnenlicht einzuwirken anfing. Man hatte in dem letzteren Falle, aber auch nur in der Minderheit der Fälle, ein schwarzes Band, das breiter als jedes der Blutbänder im Grün und selbst als die Summe beider war, an dem äussersten Ende des Violett. Es bleibt dahingestellt, ob diese Erscheinung von dem zwischen *G* und *h* angegebenen dritten Blutbande herrührte. Die beiden Blutbänder waren sichtbar, wenn ich auch negative Ergebnisse für das dritte Band erhielt.

Der Stoffwechsel von 5 Kindern im Alter von 3 bis 13 Jahren.

Von

Dr. W. Camerer,

Oberamtsarzt in Riedlingen (Württemberg).

1. Vorbemerkungen.

Die Kinder, deren Stoffwechsel im Folgenden beschrieben ist, sind dieselben, wie in meiner früheren Arbeit (diese Zeitschrift Jahrgang 1880); auch ihre Lebensverhältnisse sind ganz dieselben geblieben wie früher, mit der einzigen Ausnahme, dass der beim Beginn vorliegender Versuche 6 3/4 Jahre alte Knabe während der Versuchszeit mehrere Stunden täglich unterrichtet wurde (im Hause) und demgemäss nicht mehr so viel in Bewegung und im Freien war, wie früher. Die Kinder sind namentlich, von leichtem Unwohlsein abgesehen, immer gesund geblieben. — Die 24 Versuchstage, welche auf jedes Kind kommen, vertheilen sich wie in meiner früheren Arbeit auf 6 Gruppen von je 4 Tagen; es wurden etwa alle 2 Monate Versuche angestellt und zwar gewöhnlich gleichzeitig mit den 3 ältern Kindern, einige Tage später mit den 2 jüngeren Kindern. (Das Nähere hierüber siehe in Tab. III.)

Die Versuche konnte ich dieses Mal bedeutend vervollkommnen, Dank der Unterstützung, welche mir die Herren Prof. v. Vierordt und Prof. Hüfner in reichem Maasse zu Theil werden liessen,

sowohl durch Ueberlassung von Apparaten zu Arbeiten in meiner Wohnung, als auch durch die Erlaubniss zu Arbeiten im Laboratorium zu Tübingen; Dank auch der Theilnahme meiner Frau an den zahlreichen Geschäften, welche die Versuche mit sich brachten. So wurde namentlich an 20 von den 24 Versuchstagen der Wassergehalt von jeder verzehrten Speise direct bestimmt und demnach eine 20 tägige Wasserzufuhr beobachtet, ferner wurde der Stickstoffgehalt und das Aetherextract vieler Speisen direct bestimmt; von andern allerdings ist die Zusammensetzung der Fixa (welche durch die Analyse ermittelt waren) nur geschätzt und zwar nach König (Chemische Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel, Berlin 1879). Durch das Bestreben, möglichst viele der Speisen zu analysiren, war ich in ihrer Auswahl etwas beschränkt, indess gelang es doch, den Kindern eine von dem Gewohnten nicht erheblich abweichende Kost zu verabreichen, wie aus folgender Zusammenstellung ersichtlich ist: An allen 24 Versuchstagen erhielten die Kinder zum Frühstück (7 bis 8 Uhr Morgens) Milchkaffee oder Milch und Brod; um 10 Uhr Vormittags immer Brod, nicht selten dazu einen Apfel, zuweilen auch etwas Schweineschmalz oder Honig; um 3 Uhr Nachmittags dasselbe wie zum Frühstück. Um 12 Uhr erhielten sie das Mittagessen, um 7 Uhr Abends das Nachtessen. Bei der ersten Versuchsreihe (Juni 80) bestand das Mittagessen alle Tage aus Reissuppe und Hackbraten, das Nachtessen aus etwas Wein und aus Brod; als Zukost hatten sie zweimal weiche Eier, einmal Honig und einmal Hackbraten. Bei der zweiten Versuchsreihe (October 80) fehlte mir die Zeit zur Analyse der Speisen, ich konnte nur das Gewicht jeder Mahlzeit bestimmen. Bei der dritten Versuchsreihe (December 80) erhielten die 3 ältern Kinder als Mittagessen: am 1. Tag Leberklöse in Fleischbrühe, am 2. Tag Reissuppe und gesottenes Ochsenfleisch, am 3. Tag Fleischbrei aus demselben Fleisch und gesottene Kartoffel, am 4. Tag Kartoffelbrei und gesottenes Ochsenfleisch. Die zwei jüngeren Kinder erhielten als Mittagessen: am 1. Tag Reissuppe und gesottenen Donaufisch (Asch) und Brod; am 2. Tag Leberklöse in Fleischbrühe, am 3. Tag gesottenen Seefisch (Dorsch), gesottene Kartoffel und etwas Wein, am 4. Tag Kartoffelbrei und gesottenes Ochsenfleisch. Zum Nacht-

essen erhielten alle Kinder: dreimal Thee mit Milch und Brod, als Zukost zweimal Butter mit geriebenem Käse (sog. Schabzieger), einmal Zwetschgenmus; einmal in Milch gekochte Chokolade und Brod ohne weitere Zukost. Bei der vierten Versuchsreihe (Januar 81) bestand das Mittagessen alle 4 Tage aus gebratener, aber kalt dargereichter Bratwurst (von welcher ein genügender Vorrath im Hause bereitet worden war) und aus Kartoffelbrei. Derselbe wurde für die ältern Kinder mit Milch (und Schweineschmalz), für die jüngern auf ihren Wunsch mit Fleischbrühe (und Schmalz) bereitet. Zum Nachtessen hatten die Kinder jeden Tag Milchchokolade und Brod. Bei der fünften Versuchsreihe (März 81) erhielten die Kinder zum Mittagessen am 1. Tag: Gemüse aus gehacktem Spinat, Ei und gesottene Kartoffel, am 2. Tag Reissuppe und gesottenes Ochsenfleisch, am 3. Tag Kartoffelbrei und gesottenes Ochsenfleisch, am 4. Tag Erbsenbrei und Stockfisch. Abends immer Thee mit Milch, Ei und Brod. Bei der sechsten Versuchsreihe (Mai 81) erhielten die Kinder als Mittagessen am 1. Tag: Gemüse aus gehacktem Spinat, Ei und Brod, am 2. Tag Brodsuppe, gesottenes Ochsenfleisch und Salat aus geriebenen Kartoffeln, am 3. Tag Kartoffelbrei und gesottenes Ochsenfleisch, am 4. Tag Leberklöse in Fleischbrühe; Abends immer Milchchokolade und Brod. — Es wurde den Kindern zwar aufgetragen, so viel sie erfahrungsgemäss etwa bedurften, jedoch durften sie nach Belieben sowohl übrig lassen als weiter verlangen, so dass sie die Menge der einzelnen Speisen ganz frei bestimmten. — Sämmtliche Zahlen der folgenden Tabellen bedeuten, wo nichts Besonderes bemerkt ist, Gramm.

2. Das Wachsthum der Kinder.

Vier der Kinder sind Mädchen, Nr. 3 ein Knabe. Ihre Geburtstage sind:

1	2	3	4	5
1. April 1868	12. April 1870	1. November 1873	2. September 1875	1. April 1877

Tabelle I.

Wachsthum der Kinder vom Herbste 1878 bis zum Herbste 1881.

Versuchs-personen	Datum der Wägungen	Ende Oct. 1878	Ende März 79	Anfang Oct. 79	Ende März 80	Mitte Oct. 80	Ende März 81	Mitte Oct. 81
1	Körpergewichte	22220	22720	25770	27480	29713	31395	34254
	Differenzen der Gewichte	500	3050	1710	2233	1682	2859	—
2	wie oben	21760	22542	24121	25028	26315	26790	29378
		782	1579	907	1287	475	2588	—
3	wie oben	17550	18460	19250	20393	20720	21755	23170
		910	790	1143	327	1035	1415	—
4	wie oben	12610	12950	14230	14610	15106	15750	17200
		340	1280	380	496	644	1450	—
5	wie oben	10130	10650	11350	12417	12558	13398	14632
		520	700	1067	141	840	1234	—
1	tägliches Wachsthum in jedem Jahr und Wachsthum auf 1 Tag und 1kg Anfangsgewicht	9,73 u. 0,44		10,80 u. 0,42		12,44 u. 0,42		—
2	wie oben	6,47 u. 0,30		6,01 u. 0,25		8,00 u. 0,30		—
3	wie oben	4,66 u. 0,26		4,03 u. 0,21		6,71 u. 0,32		—
4	wie oben	4,44 u. 0,35		2,40 u. 0,17		5,74 u. 0,38		—
5	wie oben	3,34 u. 0,33		3,31 u. 0,29		5,68 u. 0,45		—

Tabelle II.

Gewichte der Kinder im Versuchsjahre.

Versuchs-personen	Datum der Wägungen	12. Juli 80	21. Oct. 80	5. Dec. 80	16. Jan. 81	30. März 81	25. Mai 81	Gewichtszunahme in der ganzen Periode	an 1 Tag	auf 1 Tag und 1kg Anfangsgewicht
1	Gewichte . .	28433	29713	30238	30201	31395	31971	3538	11,1	0,39
	Differenz der Gewichte .	1280	525	— 37	1194	576	—			
	tägl. Wachsthum . . .	12,7	11,7	— 0,9	16,4	10,3	—			
2	wie oben	25377*	26315	26336	26452	26790	26870	1493	4,4	0,17
		938	21	116	338	80	—			
		7,6	0,5	2,8	4,6	1,4	—			

Fortsetzung der Tab. II.

Versuchs-personen	Datum der Wägungen	12. Juli 80	21. Oct. 80	5. Dec. 80	16. Jan. 81	30. März 81	25. Mai 81	Gewichtszunahme in der ganzen Periode	an 1 Tag	auf 1 Tag und 1kg Anfangsgewicht
3	Gewichte . .	20111	20720*	20853	21110	21755	21971			
	Differenz der Gewichte .	609	133	257	645	216	—	1860	5,9	0,29
	tägl. Wachsthum . . .	6,5	2,6	6,1	8,8	3,9	—			
4	wie oben	14894	15106*	15333*	15668*	15750*	15415*			
		212	227	335	82	—335	—	521	1,6	0,11
		2,2	4,0	6,2	1,3	— 6,1	—			
5	wie oben	12171*	12558*	13023*	13296*	13398*	13566*			
		387	465	273	102	168	—	1395	4,1	0,33
		3,4	8,2	5,1	1,6	3,0	—			

Anmerkung: Bei den mit * versehenen Zahlen ist als Datum der Wägung zu setzen: 21. Juni 80; 14. Oct. 80; 10. Dec. 80; 2. Febr. 81; 6. April 81; 1. Juni 81.

Die Gewichtszahlen in Tab. I und II sind, vom Jahre 1879 an, arithmetische Mittel, erhalten aus den Wägungen an 5 aufeinanderfolgenden Tagen. Im Versuchsjahre 80/81 betrug die grösste Schwankung des Gewichts von einem Tag zum andern (Wägungszeit immer früh Morgens, unmittelbar nach dem Verlassen des Bettes und Entleerung des Urines):

Versuchspersonen	1	2	3	4	5
	330	470	330	356	260

Die Schwankungen des Wachsthums in Tab. I entsprechen offenbar den Schwankungen, auf welche Vierordt (Kindsphysiologie S. 246 ff.) beim Wachsthum der Kinder im 1. Lebensjahre aufmerksam macht. Woher der Gewichtsverlust des Kindes Nr. 4 in der Zeit vom 6. April bis 1. Juni 81 rührt (Tab. II), vermag ich nicht gewiss anzugeben; krank war das Kind nicht. Es wog übrigens am 20. Juli 81 bereits 16230.

Es wird sich aus den folgenden Tabellen ergeben, dass aus den 24 Versuchstagen als mittlere Differenz zwischen der 24stündigen Zufuhr und Ausscheidung zu berechnen ist:

für Versuchspersonen	1	2	3	4	5
	— 25	— 33	— 17	+ 3	+ 32

Der Unterschied dieser Zahlen von der mittleren täglichen Gewichtszunahme während des Versuchsjahres (Tab. II) beträgt im

Minimum 1,4 (Kind Nr. 4) und im Maximum 37,4 (Kind Nr. 2). Denn Kind Nr. 2 hat, für die ganze Versuchszeit berechnet, eine tägliche Gewichtszunahme von 4,4 g gehabt, hat aber an den 24 Versuchstagen um 33 g mehr ausgeschieden als zugeführt; Kind Nr. 4 hatte eine tägliche Gewichtszunahme von 1,6 g und hat an den 24 Versuchstagen um 3 g mehr zugeführt als ausgeschieden. Die mittlere tägliche Zufuhr des Kindes Nr. 2 an den 24 Versuchstagen hätte nur um 2 % grösser oder seine mittlere tägliche Ausscheidung um 2% geringer ausfallen müssen, um die mittlere 24stündige Differenz zwischen Zufuhr und Ausfuhr für das ganze Jahr genau zu repräsentiren. — Bekanntlich ist das absolute Wachsthum der Kinder am stärksten im 1. Lebensjahre, sodann ist (bei Mädchen) das 12. bis 15. Jahr wieder eine Periode starken Wachsthums. Mein ältestes Mädchen wuchs im Alter von 12½ bis 13½ täglich um 12,4 g (Tab. I), etwa ebenso viel als ein Kind im 8. Lebensmonat wächst. Sein relatives tägliches Wachsthum aber betrug nur 0,42 g, während es beim Kind im 1. Monat ca. 10 g beträgt, also beiläufig 25 Mal mehr und beim Achtmonatkinde immer noch ca. 1,6 g, also ca. viermal mehr. Zieht man noch in Betracht, dass bei kleinen Organismen überhaupt verhältnissmässig mehr Eiweiss in der Nahrung zugeführt werden muss als bei grossen, so wird man leicht begreiflich finden, dass das ältere Kind, auch bei starkem absolutem Wachsthum, wesentlich andere Verhältnisse, Zusammensetzung seiner Nahrung betreffend, darbietet als der Säugling. — Als mittleres Körpergewicht für dieses Versuchsjahr ist anzunehmen (in Kilogramm):

Versuchspersonen	1	2	3	4	5
	30,3	26,3	21,1	15,4	13,0

3. Urin.

In der folgenden Tab. III bedeutet die Angabe „10. bis 13. Juli" so viel als 10., 11., 12., 13. Juli und ähnlich bei den übrigen Tagen. In späteren Tabellen schreibe ich, statt die einzelnen Versuchstage anzugeben, 1., 2., 3. etc. Versuchsreihe.

Tabelle III.

24stündiger Urin.

24stündige Menge in Cubikcentimeter			specifisches Gewicht bei 15° C.			24stündige Harnstoff-menge			100 Urin enthalten Harnstoff			Versuchstage	Versuchs-personen
Mittel	beobachtet.		Mittel	beobachtet.		Mittel	beobachtet.		Mittel	beobachtet.			
	Min.	Max.		Min.	Max.		Min.	Max.		Min.	Max.		
1446	1292	1585	1015	1012	1018	21,94	20,76	22,67	1,53	1,31	1,68	10. bis 13. Juli 80	1
1013	801	1217	15	13	16	14,60	13,53	15,36	1,46	1,21	1,92	19. bis 22. Oct. 80	
1146	952	1434	16	14	17	18,78	18,42	19,28	1,67	1,31	1,93	3. bis 6. Dec. 80	
1075	961	1236	17	14	19	17,21	15,63	19,09	1,62	1,57	1,99	14. bis 17. Jan. 81	
981	857	1192	20	15	21	20,27	19,27	20,93	2,10	1,69	2,20	28. bis 31. März 81	
1003	903	1062	20	17	22	20,18	18,20	22,83	2,03	1,77	2,53	23. bis 26. Mai 81	
1114	**801**	**1585**	**17**	**12**	**22**	**18,83**	**13,53**	**22,83**	**1,69**	**1,21**	**2,53**	aus sämmtl. Versuchen	
1305	1096	1528	1018	1015	1020	21,05	20,50	21,29	1,63	1,37	1,94	19. bis 22. Juni 80	2
1200	1050	1332	13	12	14	13,13	12,64	13,98	1,10	1,05	1,22	19. bis 22. Oct. 80	
1199	917	1506	14	12	14	17,09	16,70	18,06	1,47	1,12	1,82	3. bis 6. Dec. 80	
1028	853	1172	16	11	17	15,04	13,85	16,23	1,47	1,36	1,65	14. bis 17. Jan. 81	
1210	1106	1325	14	12	14	17,68	15,85	21,04	1,46	1,33	1,59	28. bis 31. März 81	
1075	970	1195	16	11	17	16,86	15,42	18,46	1,57	1,51	1,64	23. bis 26. Mai 81	
1169	**853**	**1528**	**15**	**11**	**20**	**16,81**	**12,64**	**21,29**	**1,44**	**1,05**	**1,94**	aus sämmtl. Versuchen	

1284	1093	1500	1016	1012	1016	21,91	20,42	23,60	1,73	1,41	2,05	10. bis 13. Juli 80	3
918	776	1059	15	11	17	12,82	11,97	14,43	1,41	1,17	1,61	12. bis 15. Oct. 80	
829	709	876	19	17	19	17,52	15,82	17,98	2,12	1,97	2,23	3. bis 6. Dec. 80	
818	634	996	20	17	22	14,19	13,56	15,01	1,77	1,42	2,14	14. bis 17. Jan. 81	
925	822	1023	22	14	22	21,26	18,08	24,07	2,32	1,92	2,93	28. bis 31. März 81	
1012	870	1189	17	13	18	18,81	17,04	21,92	1,87	1,58	2,10	23. bis 26. Mai 81	
964	**634**	**1500**	**18**	**11**	**22**	**17,75**	**11,97**	**24,07**	**1,84**	**1,41**	**2,93**	aus sämmtl. Versuchen	
1239	1184	1283	1012	1009	1013	12,77	11,88	14,10	1,03	0,93	1,10	10. bis 13. Juli 80	4
750	672	808	16	13	16	10,38	9,44	10,52	1,33	1,16	1,46	12. bis 15. Oct. 80	
691	488	824	19	17	21	14,97	13,94	16,23	2,23	1,89	2,86	8. bis 11. Dec. 80	
814	630	978	17	11	20	12,65	11,81	14,18	1,58	1,37	1,87	31. Jan. bis 3. Febr. 81	
784	707	892	18	15	20	15,97	14,99	18,85	2,05	1,68	2,38	4. bis 7. April 81	
777	659	836	17	16	18	14,69	11,83	16,79	1,89	1,71	2,03	30. Mai bis 2. Juni 81	
842	**488**	**1283**	**16**	**9**	**21**	**13,57**	**9,44**	**18,85**	**1,61**	**0,93**	**2,86**	aus sämmtl. Versuchen	
801	634	1002	1017	1014	1019	14,06	12,78	15,50	1,75	1,50	2,01	19. bis 22. Juni 80	5
670	547	784	16	12	17	9,19	8,51	10,06	1,39	1,16	1,66	12. bis 15. Oct. 80	
664	615	762	17	13	18	13,03	11,69	13,92	1,97	1,70	2,21	8. bis 11. Dec. 80	
799	762	827	16	15	17	12,48	12,02	13,26	1,56	1,45	1,69	31. Jan. bis 3. Febr. 81	
784	741	869	17	15	18	14,51	12,12	17,11	1,82	1,59	1,97	4. bis 7. April 81	
855	796	989	17	14	17	14,70	13,37	15,91	1,72	1,64	1,93	30. Mai bis 2. Juni 81	
762	**547**	**1002**	**17**	**12**	**19**	**12,99**	**8,51**	**15,91**	**1,70**	**1,16**	**2,21**	aus sämmtl. Versuchen	

Anmerkung: Die Zahl für den Harnstoff in 100 Urin, aus sämmtlichen Versuchen, ist selbstverständlich nicht das arithmetische Mittel aus den Zahlen für die einzelnen Versuchsreihen, sie ist vielmehr aus der mittleren Urin- und Harnstoffmenge direct berechnet und ist gleich derjenigen Zahl, welche man erhalten hätte, wenn man sämmtlichen Urin der 24 Versuchstage gemischt und alsdann analysirt hätte.

Tabelle IV.

Tag- und Nacht-Urin (in Cubikcentimetern).

Tag-Urin							Nacht-Urin							
Gesammtmenge	specifisches Gewicht	stündliche Menge	mittlere Zahl der Entleerungen	Menge einer Entleerung			Gesammtmenge	specifisches Gewicht	stündliche Menge	mittlere Zahl der Entleerungen	Menge einer Entleerung		Versuchspersonen	
				Mittel	Min.	Max.					Mittel	Max.		
695	1017	51	4,6	151	40	308	419	1017	40	1,4	299	556	1	aus sämmtl. Versuchsreihen
824	14	61	5,1	162	18	534	345	18	33	1,2	287	470	2	
673	17	50	5,7	118	18	400	291	21	28	1,1	264	492	3	
566	16	43	6,0	94	15	260	276	18	25	2,0	138	218	4	
545	17	42	7,7	71	14	190	217	18	20	2,5	87	—	5	

Anmerkung: Von 24 Stunden brachten die Kinder durchschnittlich im Bett zu (= Nacht):

Versuchspersonen	1	2	3	4	5
	10,4	10,5	10,5	10,8	10,9

Tabelle V.

Einzelne Urinentleerungen während des Tages (in Cubikcentimeter).

von den Entleerungen betrugen	1	2	3	von den Entleerungen betrugen	4	5	
über 200 ccm	25	37	23	über 150 ccm	15	2	aus sämmtl. Versuchsreihen
in %	22,7	30,8	17,2	in %	10,4	1,1	
zwischen 100 und 200 ccm	53	45	44	zwischen 50 und 150 ccm	96	128	
in %	48,2	37,5	32,8	in %	66,7	70	
unter 100 ccm	32	38	67	unter 50 ccm	33	53	
in %	29,1	31,7	50	in %	22,9	28,9	
Zahl der beobachteten Entleerungen	110	120	134	Zahl der beobachteten Entleerungen	144	183	

Anmerkung: Nachts wurden einzelne Urinentleerungen nur alsdann gemessen, wann der gesammte Nacht-Urin auf einmal (Morgens, beim Erwachen) entleert wurde. Dies war bei den ältern Kinder sehr häufig, bei dem jüngsten Kinde nie der Fall. Tags wurden sowohl die einzelnen Entleerungen, als auch, zur Controle, die ganze während des Tags entleerte Menge gemessen.

4. Perspiratio insensibilis.

Tabelle VI.

Perspir. insensib.

24stündige Menge			stündliche Menge		Menge des 24stünd. Urin + Persp. insens.	24stündige Menge			stündliche Menge		Menge des 24stünd. Urin + Persp. insens.	
Mittel	Min.	Max.	Tag	Nacht		Mittel	Min.	Max.	Tag	Nacht		
Versuchsperson 1						Versuchsperson 2						
748	719	767	37	23	2194	623	544	718	27	25	1928	1. Versuchsreihe
595	549	612	30	18	1608	585	511	676	28	20	1785	2. "
687	617	726	36	20	1833	654	580	734	34	19	1853	3. "
691	642	746	35	21	1766	582	561	645	29	19	1610	4. "
792	742	856	40	22	1773	618	573	677	29	22	1828	5. "
740	613	848	35	24	1743	629	557	677	28	23	1704	6. "
709	**549**	**856**	**36**	**22**	**1823**	**615**	**511**	**734**	**29**	**21**	**1784**	aus sämmtl. Versuchsreihen
Versuchsperson 3						Versuchsperson 4						
665	583	746	33	20	1949	469	453	499	21	17	1708	1. Versuchsreihe
527	478	573	26	17	1445	403	355	449	19	14	1153	2. "
566	475	618	29	17	1395	460	391	514	23	14	1151	3. "
565	491	707	27	19	1383	455	417	492	22	15	1269	4. "
675	632	788	34	20	1600	481	463	492	24	15	1265	5. "
706	587	832	33	25	1718	518	446	602	25	17	1295	6. "
617	**478**	**832**	**30**	**20**	**1581**	**464**	**355**	**602**	**22**	**15**	**1306**	aus sämmtl. Versuchsreihen
Versuchsperson 5												
391	337	434	18	14	1192	..	..	..	..	..	..	1. Versuchsreihe
380	321	466	18	13	1050	..	..	..	..	..	..	2. "
387	365	414	20	12	1051	..	..	..	..	..	..	3. "
401	387	413	20	13	1200	..	..	..	..	..	..	4. "
414	385	453	21	13	1198	..	..	..	..	..	..	5. "
455	382	540	21	16	1310	..	..	..	..	..	..	6. "
405	**321**	**540**	**20**	**13**	**1167**	..	..	..	..	..	..	aus sämmtl. Versuchsreihen

Tabelle VII.

Relative Werthe.

auf 1000 Körpergewicht werden ausgeschieden	1	2	3	4	5
Urin	36,8	44,4	45,7	54,7	58,6
Persp. insens.	23,4	23,4	29,2	30,1	31,1
Urin + Persp. insens. .	60,2	67,8	74,9	84,8	89,8
Harnstoff	0,62	0,64	0,84	0,88	1,00

5. Koth.

Tabelle VIII.

Mittlere 24stündige Kothmenge.

Versuchspersonen	1	2	3	4	5	Versuchsreihe
	97	92	145	70	44	1.
	140	169	90	104	77	2.
	100	72	90	100	45	3.
	147	65	236	60	75	4.
	285 (68)	91	149	39	38	5.
	67	69	65	46	47	6.
	139 (103)	**93**	**129**	**70**	**54**	aus sämmtl. Versuchen
mittlere Zahl der täglichen Kothentleerungen	**0,71**	**0,92**	**0,92**	**0,87**	**1,05**	wie oben

Anmerkung: Die Kothmengen der Tab. VIII sind berechnet aus den an den Versuchstagen factisch entleerten Kothmengen, sind also nicht gleich Ausnützungskoth. — Kind Nr. 1 bekam am Ende der 5. Versuchsreihe plötzlich Durchfall und entleerte 2 Stunden vor Ende der 4tägigen Versuchsreihe auf einmal 867g dünnbreiigen Kothes. Die Zahlen in Klammern (Tab. VIII) geben die Kothmengen, welche man erhalten würde, abgesehen von dieser Entleerung. Bei der Berechnung der Kindsgewichte ist diese Entleerung zu dem am Ende der 5. Versuchsreihe factisch erhaltenen Kindsgewicht addirt worden, da ich sonst eine, wie mir schien, nicht recht motivirte Abnahme des Körpergewichts in dieser Versuchsreihe erhalten hätte. Um den, von der analysirten Nahrung herstammenden Ausnützungskoth zu erhalten, wurde der Koth am Beginn und Ende jeder Versuchsreihe in passender Weise abgegrenzt (siehe Abschnitt 8 S. 238). Der am 1. Tag entleerte Koth gehörte meist nicht zum Ausnützungskoth; die Entleerung des letzteren war am 5. Tag (d. h. einen Tag nach Beendigung der 4tägigen Versuchsreihe) meist vollendet.

Tabelle IX.

Ausnützungskoth.

100 frischen Koths enthalten	Fixa Mittel	Fixa Min.	Fixa Max.	Stickstoff	Aetherextract mit Aether allein	Aetherextract mit angesäuertem Aether	Asche	Versuchsreihen	Versuchspersonen
	22,1 22,0	18,3 20,7	24,7 28,7	1,59	3,73	5,77	3,00	1. 4.	
	22,4 8,2 23,8	19,0 5,9 21,0	26,5 27,7 27,6	1,01	2,40	2,71	1,61	3. 5. 6.	1
	15,6	**5,9**	**28,7**	**1,16**	**2,76**	**3,52**	**1,94**	Mittel aus sämmtl. 5 Versuchsreihen	

Fortsetzung der Tab. IX.

100 frischen Koths enthalten	Fixa			Stickstoff	Aetherextract		Asche	Versuchsreihen	Versuchspersonen
	Mittel	Min.	Max.		mit Aether allein	mit angesäuertem Aether			
	19,7 23,0	9,3 21,6	28,4 24,3	1,84 1,57 } Mitt. 1,70	2,08 5,86 } Mitt. 3,94	2,91 8,10 } Mitt. 5,47	3,60 4,21 } Mitt. 3,90	1. 4.	
	25,0 28,4 23,2	21,7 26,8 19,9	27,7 30,7 28,3	2,06	3,95	4,67	4,10	{ 3. 5. 6.	2
	23,7	**9,31**	**30,7**	**1,92**	**3,95**	**4,97**	**4,02**	Mittel aus sämmtl. 5 Versuchsreihen	
	17 13,5	12,1 11,1	22,7 15,7	1,75 0,72 } Mitt. 1,03	2,96 1,71 } Mitt. 2,10	3,20 2,16 } Mitt. 2,47	— 1,48	1. 4.	
	24,3 15,6 28,0	21,5 9,5 27,6	29,3 27,5 28,4	1,40	3,31	4,41	3,56	{ 3. 5. 6.	3
	17,4	**9,5**	**29,3**	**1,20**	**2,66**	**3,36**	**2,63**	Mittel aus sämmtl. 5 Versuchsreihen	
	20,4 26,1	12,9 24,1	26,2 27,9	1,55	2,95	5,24	4,43	{ 1. 4.	
	22,0 25,9 26,4	26,3 22,6 22,7	31,0 28,7 29,0	1,46	4,06	5,47	4,85	{ 3. 5. 6.	4
	23,6	**12,9**	**31,0**	**1,50**	**3,62**	**5,38**	**4,69**	Mittel aus sämmtl. 5 Versuchsreihen	
	18,0 22,5	17,12 19,9	24,7 26,4	1,63	2,80	4,83	3,95	{ 1. 4.	
	24,0 23,0 21,6	20,0 20,0 19,2	27,9 27,6 25,0	1,93	3,45	4,90	4,94	{ 3. 5. 6.	5
	21,6	**17,1**	**27,9**	**1,78**	**3,12**	**4,86**	**4,42**	Mittel aus sämmtl. 5 Versuchsreihen	
Der tägliche Koth enthält im Mittel aus 5 Versuchsreihen		20,3		1,51	3,59	4,58	2,52	aus sämmtl 5 Versuchsreihen	1
		17,3		1,40	2,88	3,63	2,93		2
		21,6		1,49	3,30	4,17	3,26		3
		14,6		0,93	2,24	3,33	2,91		4
		11,0		0,91	1,59	2,48	2,25		5

Anmerkung: Den 4. Theil des Ausnützungskothes, welcher von der gesammten Nahrung einer Versuchsreihe herstammt, nenne ich den täglichen Ausnützungskoth dieser Versuchsreihe. — Tab. IX enthält die directen Resultate sämmtlicher von mir gemachten Kothanalysen; wo Mittelwerthe aus denselben berechnet sind, sind die Zahlen keine arithmetischen Mittel, vielmehr sind es

diejenigen Zahlen, welche man erhalten hätte, wenn der gesammte Koth der fraglichen Entleerungen gemischt und sodann analysirt worden wäre. Der Stickstoffgehalt der Nahrung in der 1. und 4. Versuchsreihe ist besonders genau ermittelt, daher die besonderen Analysen des diese Nahrung betreffenden Ausnützungskothes. Die mittlere Menge des täglichen Ausnützungskothes beträgt (aus 1., 3., 4., 5., 6. Versuchsreihe berechnet):

Versuchspersonen	1	2	3	4	5
	130	73	124	62	51

Bei der 2. Versuchsreihe hat die Procentmenge der Kothfixa betragen:

Versuchspersonen	1	2	3	4	5
	22,3	22,3	20,6	20,0	18,2

Daher enthalten 100g frischen Koths nach dem Ergebniss aller 6 Versuchsreihen an Fixa:

Versuchspersonen	1	2	3	4	5
	16,7	23,2	17,8	22,7	20,8

6. Nahrung.

Tabelle X. **Menge und Zusammensetzung der 24stündigen Nahrung.**

Gesammtzufuhr			Wasser			Fixa	Eiweiss			Fett			Kohlehydrate			Asche	Versuchsreihen	Versuchspersonen
Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.		Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.			
2238	2108	2398	1804	1633	1973	434	71,1	69	81	52,3	39	62	295,6	251	337	15,0	1.	1
1831	1638	2171	1457,1	1257	1797	373,9	58,4	53	67	29,1	27	35	268,2	258	273	18,2	3.	
1878	1725	2060	1449	1307	1632	429	62,6	59	68	56,1	49	61	291,4	270	312	18,9	4.	
1817	1703	2066	1475,9	1351	1711	341,1	66,2	61	76	29,4	24	33	235,6	216	246	12,0	5.	
1823	1588	2115	1444	1247	1702	379	64,3	56	71	32,2	21	43	269,5	235	302	12,8	6.	
1917,4	**1588**	**2398**	**1526**	**1247**	**1973**	**391,4**	**64,5**	**53**	**81**	**39,8**	**21**	**62**	**271,6**	**216**	**337**	**15,4**	aus sämmtl. 5 Versuchsreihen	
1958	1855	2206	1599	1486	1796	359	67,9	64	76	58,4	56	62	220,2	154	266	12,5	1.	2
1935	1632	2285	1587	1311	1938	348	54,1	49	59	27,7	28	31	245,1	224	281	21,0	3.	
1700	1466	1853	1359	1188	1480	341	52,1	46	58	48,4	41	57	226,4	176	237	14,1	4.	
1809	1612	1933	1528,6	1349	1638	280,4	56,2	43	76	28,0	24	34	184,3	167	216	10,7	5.	
1721	1427	2035	1452,8	1187	1730	268,2	49,6	44	53	29,7	21	36	178,6	153	217	10,3	6.	
1824,8	**1427**	**2285**	**1505,5**	**1187**	**1938**	**319,8**	**56,0**	**43**	**76**	**38,4**	**21**	**62**	**210,9**	**153**	**281**	**14,0**	aus sämmtl. 5 Versuchsreihen	

2017	1542	2343	1681	1249	1931	336	73,4	63	87	50,0	42	56	200,6	164	254	12,0	1.	3
1464	1304	1578	1124,3	965	1301	339,7	53,0	45	57	27,8	25	35	237,9	211	262	21,0	3.	
1657	1505	1785	1300	1176	1384	357	54,0	53	56	55,0	52	60	233,0	204	260	15,0	4.	
1737	1466	1895	1899,7	1174	1540	337,3	70,0	57	82	39,7	30	52	213,5	179	230	13,6	5.	
1746	1440	2108	1429,7	1159	1772	316,3	57,2	49	68	33,6	22	49	213,1	183	274	12,4	6.	
1724	**1440**	**2343**	**1387**	**965**	**1931**	**337**	**61,6**	**45**	**87**	**41,2**	**22**	**60**	**219,6**	**183**	**274**	**14,8**	aus sämmtl. 5 Versuchsreihen	
1747	1646	1848	1499	1423	1595	248	43,3	41	49	38,9	28	45	158,8	121	207	7,0	1.	4
1252	1085	1371	1002,1	873	1119	249,9	50,7	41	60	26,4	24	43	158,3	117	174	14,5	3.	
1366	1267	1470	1076	985	1163	290	42,1	36	53	37,3	32	44	197,4	192	205	13,2	4.	
1318	1115	1519	1041,4	863	1214	271,6	54,2	48	66	29,0	26	34	177,9	144	208	10,5	5.	
1338	1240	1414	1086	1000	1180	252	47,3	44	49	33,6	28	40	162,3	133	185	8,9	6.	
1403	**1085**	**1848**	**1140,9**	**863**	**1595**	**262,1**	**47,5**	**36**	**66**	**33,0**	**24**	**45**	**170,9**	**117**	**208**	**10,8**	aus sämmtl. 5 Versuchsreihen	
1253	1012	1468	1040	820	1230	213	43,5	31	51	43,1	33	53	118,2	98	139	8,2	1.	5
1134	957	1315	900,4	776	1057	233,6	45,3	43	48	24,7	18	40	149,2	99	171	14,4	3.	
1293	1205	1411	1019	938	1123	274	42,0	40	45	38,6	36	41	180,8	175	189	12,6	4.	
1242	1155	1421	996,4	918	1152	245,6	50,6	46	60	29,2	26	33	156,1	141	172	9,7	5.	
1365	1248	1483	1113,2	1002	1183	251,8	46,5	44	50	34,4	28	40	161,3	146	184	9,6	6.	
1257,4	**957**	**1483**	**1013,8**	**776**	**1230**	**243,6**	**45,6**	**31**	**60**	**34,0**	**18**	**53**	**153,1**	**98**	**189**	**10,9**	aus sämmtl. 5 Versuchsreihen	

Anmerkung: Die 24stündige Gesammtzufuhr, aus allen 6 Versuchsreihen berechnet, beträgt im Mittel:

Versuchspersonen	1	2	3	4	5
	1901	1844	1693	1379	1253

Tabelle XI.

Versuchspersonen		1	2	3	4	5	
von 100 Nahrung fallen auf Einzelmahlzeiten, nämlich auf:	Frühstück . .	17	17	19	22	18	aus sämmtl. 6 Versuchsreihen
	10 Uhr . . .	5	4	5	6	5	
	Mittagessen .	34	36	36	32	32	
	3 Uhr Nachm. .	19	19	13	19	21	
	Abendessen .	25	24	27	21	24	
in der Nahrung ist das Verhältniss:	der stickstoffhaltigen Fixa zu den stickstofffreien	1:4,8	1:4,4	1:4,2	1:4,3	1:4,1	aus 1., 3., 4., 5., 6. Versuchsreihe
	der animalen Nahrungsmittel zu den vegetabilischen (Getränke exclus.)	1:1,6	1:1,4	1:1,2	1:1,1	1:0,7	

Anmerkung: Manche Speisen, z. B. Leberklöse, sind aus animalischen und vegetabilischen Bestandtheilen gemischt. Dieselben wurden derjenigen Klasse zugetheilt, zu welcher die Mehrzahl der Bestandtheile gehörte. — Man ersieht aus den Tabellen, dass die jüngern Kinder verhältnissmässig mehr stickstoffhaltige, namentlich aber mehr dem Thierreiche entstammende Nahrungsmittel zu sich nehmen. Dies hat nach meiner Ansicht seinen Grund in erster Linie darin, dass die jüngeren Kinder vermöge ihrer schwachen Kauorgane keine so grossen Mengen Brod zu bewältigen vermögen wie die älteren, sondern noch viel Milch consumiren. Freilich wird anzunehmen sein, dass dieser Zustand der Kauorgane mit der Leistungsfähigkeit von Magen und Darm parallel geht.

Tabelle XII.

Ausnützung der Nahrung und andere Verhältnisszahlen.

Versuchspersonen		1	2	3	4	5	Erwachsener	
auf 100 in der Nahrung kommt im Koth, nämlich von:	Fixa überhaupt . .	5,2	5,4	6,4	5,6	4,5	8	aus 1., 3., 4., 5., 6. Versuchsreihe
	Stickstoff .	14,6	15,6	15,1	12,2	12,5	17,0	
	Fett . . .	10,3	8,4	9,0	8,4	6,0	—	
	Salze . .	16,4	21,0	22,1	27,0	20,6	21	
auf 1000 importirtes Wasser kommt Urin:	Mittel . .	740	773	702	754	770	603	
	Min. . . .	665	740	630	690	738	—	
	Max. . . .	801	816	764	826	787	—	
von 100 Gesammtausscheidung kommt:	auf Urin .	59	63	57	61	61	59	aus sämmtl. 6 Versuchsreihen
	auf Koth .	7	5	8	5	4	6	

Tabelle XIII.

24stündige Stickstoffzufuhr und Stickstoffausscheidung.

Versuchspersonen	1	2	3	4	5	
Harnstoff	19,68	17,54	18,74	14,21	13,76	
aus Harnstoff berechneter Stickstoff	9,17	8,17	8,73	6,62	6,41	
Kothstickstoff	1,51	1,40	1,49	0,93	0,91	
Stickstoff aus Harnstoff und Koth	10,68	9,57	10,22	7,55	7,32	aus 1.,3.,4., 5., 6. Versuchsreihe berechnet
Gesammtstickstoff von Urin und Koth	11,56	10,36	11,11	8,20	7,95	
Stickstoff der Zufuhr	10,32	8,96	9,86	7,60	7,30	
Differenz zwischen Stickstoff der Zufuhr und Ausscheidung .	— 1,24	— 1,40	— 1,25	— 0,60	— 0,65	
Veränderung d. Körpergewichtes an den Versuchstagen . . .	— 40	— 38	— 22	+ 3	+ 16	

Anmerkung: Die Zahlen für den Gesammtstickstoff von Urin und Koth sind genau bekannt (siehe die Analysen Abschnitt 8); die Tab. XIII macht daher wahrscheinlich, dass die Zahlen für den Stickstoff der Zufuhr etwas zu niedrig sind. Vielleicht ist das Eiweiss der Nahrung zu niedrig geschätzt, vielleicht aber ist auch das Verhältniss 1 : 6,25, welches zwischen Stickstoff und Eiweiss angenommen wird, nicht ganz richtig.

7. Ausscheidung von Kohlensäure und Wasser durch Haut und Lunge.

Da nur wenige und ungenügende Versuche über die Ausscheidung der Lungenkohlensäure, gar keine über die Ausscheidung des Wassers durch die Haut und Lunge bei Kindern vorliegen, so habe ich die betreffenden Werthe für meine Kinder berechnet, was möglich ist unter der Voraussetzung, dass sich die Kinder mit der zugeführten Nahrung eben erhalten haben. Von den Elementarbestandtheilen des trocknen Harns und Kothes ist mir beim Harn nur der Stickstoff, beim Koth der Stickstoff und die Asche durch directe Analyse bekannt; ich berechnete die Elemente C, H und O nach den Angaben Voit's über die mittlere Zusammensetzung des menschlichen Urins und Kothes bei gemischter Nahrung (Zeitschrift für Biologie Bd. 2 S. 471 und 489). Die Berechnung geschah aus den Versuchsreihen 1, 3, 4, 5, 6.

Die folgende Tabelle gibt an, wie viel von dem C, H und O der organischen Nahrungsfixa nach Abzug der in Urin- und Kothfixa ausgeführten Elemente, zur Ausscheidung durch Haut und Lunge disponibel bleibt (in 24stündigen Werthen).

Die Wasserstoffmenge, für welche der vorhandene Sauerstoff zur Wasserbildung ausreicht, ist sammt diesem Sauerstoff in der Rubrik *W* der Tabelle als Wasser aufgeführt; in Rubrik *W'* ist diejenige Wassermenge gegeben, welche man erhält, wenn man Urin- und Kothwasser von dem in Speisen und Getränken eingeführten Wasser abzieht.

Tabelle XIV.

Kohlenstoff	Wasserstoff	*W*	*W'*	Versuchs-personen
167,4	5,5	159,5	322	1
137,7	5,3	125,1	315	2
144,0	5,4	130,2	349	3
114,0	4,5	102,0	266	4
107,7	4,6	92,8	224	5

Aus der Tabelle lässt sich die Kohlensäureausscheidung und das Haut- und Lungenwasser ohne Weiteres berechnen; ebenso die Perspir. insensib., welche gleich ist der Summe der Horizontalreihen.

Tabelle XV.

durch Haut und Lunge wird ausgeschieden		Perspir. insensib.		Versuchs-personen
Kohlensäure	Wasser	berechnete	beobachtete	
614	531	654	732	1
505	488	583	621	2
528	528	629	635	3
418	406	486	477	4
395	358	429	410	5

Die berechnete und beobachtete Perspir. insensib. wird bei meinen Versuchsverhältnissen nie genau übereinstimmen; die Unterschiede zwischen beiden Werthen in Tabelle XV sind aber zu gross und zeigen einen zu regelmässigen Gang, als dass sie von Zufälligkeiten herrühren könnten. — Bei Kind Nr. 1, wo der Unterschied beider Werthe am grössten ist, ist bekanntlich während der Versuche Durchfall eingetreten und es wurden unmittelbar vor Ende des 4. Versuchstages der 5. Versuchsreihe 815 Wasser auf einmal, mit demjenigen Ausnützungskothe aber, welcher vom Durchfall betroffen wurde, 1038 Wasser entleert, weit mehr Wasser also, aber nicht mehr Kothfixa, als das Kind voraussichtlich ohne Durchfall entleert hätte.

Ich habe nun in frühern Tabellen, bei Berechnung der Körpergewichtsveränderungen, die 867 Gramm Koth, welche 2 Stunden vor Ende des 4. Versuchstages 5. Versuchsreihe entleert wurden, zu dem am Ende des 4. Versuchstages factisch beobachteten Körpergewichte addirt, um die (zufällige) grosse Abnahme des Körpergewichtes zu eliminiren; hier wo die Wasserausscheidung in Betracht kommt, scheint mir dies nicht statthaft. Es betrugen nun die Veränderungen der Körpergewichte während der 5 Versuchsreihen 1, 3, 4, 5, 6 factisch (auf 24 Stunden berechnet):

Versuchspersonen	1	2	3	4	5
Veränderung des Körpergewichtes .	— 84	— 38	— 22	+ 3	+ 16

Eine Vergleichung dieser Zahlen mit den Differenzen zwischen berechneter und beobachteter Perspir. insensib. beweist meines Erachtens, dass die 3 ältern Kinder während der Versuchstage Körperwasser verloren, die 2 jüngern angesetzt haben. Ich hielte es (jedenfalls bei Kind 1) für angemessen, die Zahlen für Wasserausscheidung durch Haut und Lunge zu corrigiren etwa um den Betrag der Zahlen, welche die Veränderung des Körpergewichts angeben; nämlich die Wasserausscheidung bei den 3 ältern Kindern zu vermehren, bei den 2 jüngern Kindern zu vermindern. Zugleich mit dieser Correctur müssten sich auch die Zahlen für berechnete Perspir. insensib. ändern und alsdann würden sie mit der beobachteten Perspir. insensib. gut stimmen.

Auf Grundlage der Angaben Voit's über Zusammensetzung der Urinfixa kann ich auch die Asche meiner Urine berechnen. Es betragen aldann meine 24stündigen Urinfixa (organische Substanz und Asche):

Versuchspersonen	1	2	3	4	5
	37,9	33,8	36,1	27,4	26,5

Aus den specifischen Gewichten berechnet betragen die 24stündigen Urinfixa:

Versuchspersonen	1	2	3	4	5
	38,8	36,3	36,6	27,8	25,9

Die 24stündige Aschenausscheidung durch Urin und Koth (Urinasche nach Voit berechnet) beträgt:

Versuchspersonen	1	2	3	4	5
	13,9	13,1	14,1	11,1	10,2

was mit der 24stündigen Aschenzufuhr leidlich stimmt.

8. Versuchsmethode.

Ich gebe im Folgenden als Beispiel das Protokoll zweier Versuchstage des Kindes Nr. 1, nämlich des 1. Versuchstages der 1. Versuchsreihe und der 6. Versuchsreihe; sowie die Zubereitung der Speisen und die sämmtlichen zu diesen Versuchsreihen gemachten Analysen. Der Leser kann sich daraus über die Zuverlässigkeit der Arbeit genügend instruiren; eine Mittheilung des gesammten mir vorliegenden Materiales würde diesen Aufsatz über die Maassen vergrössern; übrigens bin ich bereit, etwaigen Interessenten sämmtliche Versuchsprotokolle zur Einsicht mitzutheilen.

Nr. 1. 1. Versuchsreihe, 1. Tag, 10. Juli 80.

Gewicht des nackten Kindes Morgens 7 Uhr: 28615 g

$7^1/_4$ Uhr: Frühstück, Schwarzbrod 52
Milch . . . 400
Total 452

8 Uhr. Gewicht in Kleidern . . . 30720 12 Uhr. Gewicht in Kleidern . . . 30550 Gewichtsdifferenz —170	10 Uhr Schwarzbrod . 52 Honig . . . 13 Wasser . . 100 Total 165 P. insensib. in 4 Stund. 154	10 Uhr 20 Min. Urin 181
Mittagessen aus den Kindswägungen berechnet [1]). Gewichtsdifferenz . 500 Koth und Urin . . 228 Für P. insensib. . 40 Total 768	Mittagessen von 12 Uhr ab Reissuppe . . . 660 Braten . . . . 144 Total 804	12 Uhr 30 Min. Urin 98, Koth 130 (noch nicht zum Ausnützungskoth gehörig)
1 Uhr Gewicht . 31050 7 „ „ . 30660 Gewichtsdifferenz — 390	3 Uhr Kaffee . . . 100 Milch . . . 100 Schwarzbrod . 105 Total 305 P. insensib. in 6 Stunden 203	2 Uhr Urin 214 $3^1/_2$ „ „ 122 $4^1/_2$ „ „ 46 $6^1/_2$ „ „ 110
	7 Uhr Nachtessen Schwarzbrod . . 143 Honig . . . . . 39 Thee . . . . . 100 Milch . . . . . 100 Total 382	$8^1/_2$ Uhr Urin 107
$8^1/_2$ Uhr Abends Nacktgewicht . 29220 7 Uhr Früh Nacktgewicht . . . . 28460 Gewichtsdifferenz — 760	P. insensib. in 10,5 Nachtstunden 272	Nacht-Urin 488 (auf einmal entleert) spec. Gew. 1019 Temperatur 18°

24stündige Werthe.

Nahrung		Urin		Koth 130
Frühstück . . .	452	Tag-Urin	181	Diff. zwischen Zufuhr und Ausfuhr — 142
10 Uhr	165		98	Diff. des Nacktgewichts am Morgen des 10. und 11. Juli . . — 155
Mittagessen . .	804		214	
3 Uhr Nachmitt.	305		122	
Nachtessen . . .	382		46	
Total	2108		110	
			107	
			878	
		Nacht-Urin	488	
		24 st. Urin	1366	

Persp. insensib.		Einzelne Speisen	
in 10 Tagstunden . .	357	Milch	600
in 1 Tagstunde . . .	35,7	Schwarzbrod	352
in 13,5 Tagstunden . .	482	Reissuppe	660
in 10,5 Nachtstunden .	272	Braten	144
24stündig	754	Honig	52
		Getränk (Wasser, Kaffee und Thee)	300
		Total	2108

Der Tag-Urin direct gemessen, gibt 870ccm specifisches Gewicht desselben 1016 $t = 16^0$.
Das specifische Gewicht des 24stündigen Urins bei $16^0 = 1017$.

Nr 1. 6. Versuchsreihe, 1. Tag, 23. Mai 81.

Gewicht des nackten Kindes Morgens 6 ½: 32095.

		Frühstück um 7 ¼ Uhr.		
7 Uhr. Gewicht in Kleidern . . .	33900	Weissbrod . . .	57	9 Uhr 30 Min. Urin 168
12 Uhr. Gewicht in Kleidern . . .	33940	Milch	50	
Gewichtsdifferenz	+ 40	Kaffee	200	
		Total	307	
		10 Uhr Schwarzbrod	80	
		P. insensib. in 5 Stund.	179	

1) Diese Controle ist nöthig, um Sicherheit darüber zu erlangen, dass die Speisen, zum Theil warm aufgetragen, keine erheblichen Mengen Wasser verdunsten. Die Menge der genossenen Suppe wird ermittelt durch Wägung der Suppenschüssel vor und nach dem Essen und erscheint bei erheblicher Wasserverdunstung zu gross. Die Differenz von ca. 30 g, zwischen direct gewogenem und aus den Kindsgewichten berechnetem Mittagessen, gibt hier zu keiner Correctur Veranlassung, weil einerseits die Suppe nicht warm aufgetragen wurde und andererseits die vielen Wägungen mit ihren Fehlern die Differenz verursacht haben können. Die zum Wägen der Kinder, der Suppe und des Kothes benutzte Brückenwage kann bei den Kindern einen Wägungsfehler von 10 g verursachen, bei kleinern Gegenständen einen Fehler von 3 g. Nicht sperrige Gegenstände unter 1 kg wurden auf einer Wage gewogen, welche nur 0,5 g Fehler zulässt; der Koth (in einem Thongefäss) wie bemerkt, auf der Brückenwage.

Mittagessen aus den Kindswägungen berechnet: Gewichtsdifferenz . 460 für Persp. insens. . 18 Total 478	Mittagessen von 12 Uhr ab Weissbrod . . . 61 gebacknes Ei . . 75 Spinatgemüse . . 342[1]) Total 478	
12 Uhr 30 Min. Gew. 34400 5 „ 30 „ „ 34150 Gewichtsdifferenz — 250	3 Uhr Kaffee 200 Milch. 50 Total 250 P. insensib. in 5. St. 145	1 Uhr 30 Min. Urin 120 3 „ Urin . . . 70 3 „ Koth . 165 Am Ende der Entleerung fanden sich die zur Abgrenzung dienenden Himbeerkörner und Spuren des Nachtessen vom 22. Mai, daher noch nicht zum Ausnützungskoth.
	6 Uhr Nachtessen Weissbrod . . 123 Milchchokolade . 350 Total 473	5 Uhr 45 Min. Urin 170 8 „ 20 „ „ 193
8 Uhr 30 Min. Abends Nacktgewicht . . 32375 6 Uhr 30 Min. Früh Nacktgewicht . . 31875 Gewichtsdifferenz — 500	P. insensib. in 10 Nachtstunden 191	Nacht-Urin 309 (auf einmal entleert) spez. Gew. 1018 Temperatur 25°

24 stündige Werthe.

Nahrung.	Urin.	
Frühstück . . . . 307 10 Uhr . . . . . 80 Mittagessen . . . . 478 3 Uhr . . . . . 250 Abendessen . . . . 473 Total 1588	Tag-Urin . . 168 120 70 170 193 721 Nacht-Urin . 309 24 stündiger Urin 1030	Koth 165 Diff. zwischen Zufuhr und Ausfuhr — 252 Diff. des Nacktg. — 220

Persp. insensib.	
in 10 Tagstunden . .	324
in 14 Tagstunden . .	454
in 10 Nachtstunden . .	191
24 stündig	645

Einzelne Speisen.	
Milch	100
Chokolade	350
Weissbrod	241
Schwarzbrod	80
Ei	75
Spinat	342
Getränk	400
Total	1588

Der Tag-Urin direct bestimmt hatte 714 ccm, specifisches Gewicht 1018, Temperatur 13°.

Das specifische Gewicht des Gesammturins war 1017, Temperatur 17°.

1) Wurde nicht direct gewogen, sondern nach den Kindswägungen berechnet.

Die Differenz zwischen der 24stündigen Zufuhr und Ausfuhr und die Differenz zwischen den Gewichten der Kinder am Anfang und Ende eines Versuchstages stimmt nie genau überein. Von den Wägungsfehlern abgesehen, rührt dies daher, dass die Perspir. insensib. für die Tagesstunden nicht genügend genau bestimmt wurde. Sie wurde nämlich (von etwa 14 Tagesstunden) nur in 10 Stunden bestimmt und aus dieser Bestimmung auf alle 14 Stunden geschlossen; grössere Fehler aber ergeben sich daraus, dass während des Tages die Kinder in Kleidern gewogen wurden. Die Kleider nämlich verändern ihr Gewicht durch Aufnahme und Abgabe von Feuchtigkeit während eines Tages und diese Gewichtsveränderung ist nach Umständen beträchtlich, wenn z. B. die Kinder bei Nebel sich längere Zeit im Freien aufhalten. Ich habe daher durchweg die aus der directen Beobachtung berechnete Perspir. insensib. des Tages so corrigirt, dass die Differenz zwischen Zufuhr und Ausfuhr und die Differenz zwischen den Kindsgewichten gleich gross wurde und z. B. am 1. Versuchstag der 1. Versuchsreihe (Kind Nr. 1) die Perspir. insensib. zu 495 statt zu 482 und am 1. Tag der 6. Versuchsreihe (Kind Nr. 1) zu 422 statt zu 454 angenommen.

Zubereitung und Analysen der Speisen für die 1. und 6. Versuchsreihe des Kindes Nr. 1.

1. Versuchsreihe.

1960 reiner Ochsenmuskel, auf einer Fleischmühle zerkleinert,
243 Ei (Schalen exclus.),
100 Wasser wurden gut vermischt,
150 Schweineschmalz bei mässigem Feuer geschmolzen und sodann
150 dürrer geriebener Weck in das Fett gebracht unter beständigem Umrühren; hierzu kamen noch
20 Kochsalz
2623.

Das ganze Material wurde vermischt und 2 Kuchen aus dem Teige geformt, welche 2615 g wogen. Der Verlust wurde hälftig dem Wasser, hälftig dem Fett zugerechnet. Die Braten wurden in 50 weiterem Fett unter Zugiessen von etwas Wasser in gut verschlossenen Gefässen gar gekocht und wogen erkaltet 2245 g. Der Gewichtsverlust wurde als Wasserverlust gerechnet. Diese Braten reichten für alle 4 Versuchstage, sie wurden kalt aufgetragen und ihr Gewichtsverlust (durch Wasserverdunstung) von einem Tag zum andern bestimmt. Die Reissuppe wurde jeden Tag frisch bereitet; am 1. Tag gaben 400 Reis, 40 Schweineschmalz, 15 Kochsalz und Fleischbrühe 4090 erkaltete Suppe. Ihre Zusammensetzung wurde nur geschätzt. Das Schwarzbrod, im Hause selbst gebacken, war beim Beginn der Versuche 5 Tage alt, es wurde ein langer Laib verwendet, Anschnitt und Ende nicht benützt, sein Gewichtsverlust (durch Wasserverdunstung) von einem Tag zum andern wurde bestimmt. — Analysen wurden folgende gemacht:

1. Das zerkleinerte Fleisch enthält . . . . 25,3 % Fixa.
2. Diese Fixa liefern 1,92% Aetherextract = 0,48% Fett des frischen Fleisches.
3. Der geriebene Weck enthält . . . . 82,97% Fixa.

Die Zusammensetzung der Braten wurde hiernach geschätzt wie folgt:

		Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Asche
in 100 Braten sind	1. Tag . .	61,9	22,6	8,2	4,9	1,7
	2. Tag . .	61,5	22,9	8,3	4,9	1,7
	3. Tag . .	61,5	22,9	8,3	4,9	1,7
	4. Tag . .	61,2	23,0	8,3	4,9	1,7

4. Eine Trockenbestimmung von Braten des 2. Tages ergab 62,1 % Wasser.
5. Eine Stickstoffbestimmung von Braten des 2. Tages ergab 22,0 % Eiweiss.
6. Eine Aetherextraction von Braten des 4. Tages ergab 8,8 % Aetherextract. Diese Uebereinstimmung scheint mir für meine Zwecke vollkommen befriedigend.
7. Das Schwarzbrod vom 1. Tag enthielt . . . . . 67,1 % Fixa.
8. Das Schwarzbrod vom 4. Tag enthielt . . . . . 69,9 % Fixa.
9. Die Milch, gemischt aus Proben aller 4 Tage, enthielt 88,23 Wasser, 2,6 % Eiweiss, 3,27 % Fett. Der Zuckergehalt wurde zu 5,2 % und der Aschegehalt zu 0,7 % geschätzt. Zur Eiweiss- und Fettbestimmung wurde die Milch (nach Hoppe-Seyler) mit verdünnter Essigsäure behandelt, Kohlensäure eingeleitet und filtrirt, sodann mit Alkohol und Aether ausgewaschen. Es wurde jedoch auch eine directe Stickstoffbestimmung der Milchfixa, nach dem Dumas'schen Verfahren, gemacht. Durch Multiplication des Stickstoffs mit 6,25 erhielt ich diesmal (wie nach Hoppe-Seyler) den Werth 2,6 % für das Milcheiweiss; in den meisten Fällen erhielt ich jedoch durch die directe Stickstoffbestimmung einen höheren Werth für das Milcheiweiss als durch das Verfahren nach Hoppe-Seyler.

6. Versuchsreihe.

1. Tag. 1789 Spinatblätter, 50 Fett, 20 Mehl und Fleischbrühe wurden zum Spinatgemüse verwandt.

25 g süsse Chokolade auf schwachem Feuer unter etwas Milchzusatz wurde geschmolzen, im Ganzen 1100 g Milch zugesetzt und nicht ganz bis zum Sieden erwärmt. Es gingen dabei 15 g Wasser verloren, welche wieder ersetzt wurden.

2. Tag. 1035 g roher Muskel geben 600 g gekochtes Fleisch.

Chokolade wurde wie am 1. Tag bereitet und so auch an den folgenden Tagen.

3. Tag. Das gekochte Fleisch von gestern hat bis heute 3,7 % Wasser verloren.

1915 g rohe geschälte Kartoffel, 60 Fett und Fleischbrühe geben 3050 Kartoffelbrei.

4. Tag. 750 g rohe Schweinsleber, 167 g Ei, 30 Salz, 75 Schweineschmalz, 180 Mehl und 6 Weck geben Leberklöse.

Das Schwarzbrod wurde wie bei der 1 Versuchsreihe behandelt; für die Wecken (= Weissbrod) erhielt ich im Mittel von zahlreichen Wägungen ein Mittelgewicht von 60 g pro Stück und einen Wassergehalt von 26,9 %; mit sehr geringen Abweichungen der einzelnen Bestimmungen von diesem Mittel.

Von Analysen wurden folgende gemacht:

1. Die Spinatblätter enthalten . . . . 10,2 % Fixa.
2. Das Spinatgemüse enthält . . . . 8,2 % Fixa.
3. Rohkartoffel geschält enthält . . . . 27,5 % Fixa.
4. Kartoffelsalat enthält . . . . 17,0 % Fixa.
5. Kartoffelbrei enthält . . . . 18,0 % Fixa.
6. Leberklöse enthalten . . . . 33,2 % Fixa.
7. Schwarzbrod enthält . . . . 66,6 % Fixa.

Die Proben zu den Analysen (einige Gramm) wurden von den Tellern der Versuchskinder genommen, während sie assen, von jedem Teller ein wenig.

8. Ein Gemisch der Milch von allen 4 Tagen enthielt . 12,23 % Fixa.

Durch Behandlung der frischen Milch mit Aetzkalilösung und Aether erhielt ich einen Fettgehalt von 3,76 %. Eine Stickstoffbestimmung der Milchfixa ergab 2,94 Eiweiss der frischen Milch. Der Zucker der Milch wurde demnach zu 4,9 geschätzt, eine Verbrennung der Milchfixa hatte 0,6 % Asche (auf frische Milch berechnet) ergeben.

Analysen des Kothes.

Zur Abgrenzung des Ausnützungskothes wurden den Kindern am Abend vor dem 1. Versuchstag, also 11 bis 12 Stunden vor Beginn desselben und 2 Stunden nach der Abendmahlzeit eingemachte Erdbeeren oder Himbeeren gegeben; ebenso am Morgen des 5. Tages, unmittelbar nachdem die letzte Wägung des Kindes gemacht worden war und ca. 1 Stunde vor dem ersten Frühstück ausserhalb der Versuchszeit. Am letzten Nachtessen und beim ersten Frühstück ausserhalb der Versuchszeit wurden gewöhnlich einige gedörrte Zwetschgen oder einige Mandeln gegeben, deren Ueberreste im Koth ebenfalls gut zu erkennen sind. — Diese Abgrenzung durch die Steinchen von Früchten ist bekanntlich keine ganz genaue, bei mir aber waren immer nur wenige Gramm Koth zweifelhaft, jedenfalls eine dem ganzen Ausnützungskoth der Versuchsreihe gegenüber verschwindend kleine Menge.

Von jeder Kothentleerung wurden, meist unmittelbar nach der Entleerung, 3 Proben zur Trockenbestimmung (bei 105°) genommen, eine vom Anfang, eine von der Mitte und eine vom Ende der Entleerung, zusammen etwa 8 bis 10 g Koth. Die Austrocknung wurde immer bis zu constantem Gewicht fortgesetzt; diese, wie alle Analysenwägungen geschahen auf einer feinen chemischen Wage. Am Ende jeder Versuchsreihe wurden die Fixa, welche von den einzelnen Entleerungen stammten, gemischt, indem als Verhältnisszahlen für die Mischung die jeder Entleerung zukommende absolute Menge der Fixa gelten. Nach demselben Verhältnisse wurden die Fixa der 1. und 4., sowie der 3., 5., 6. Versuchsreihe gemischt und in wohlverschlossenen Gefässen zu den weiteren Analysen aufbewahrt. Diese letzteren wurden grossentheils im Laboratorium des Herrn Prof. Hüfner zu Tübingen ausgeführt.

Die Stickstoffbestimmung geschah durchaus durch Verbrennung mit chromsaurem Blei. Ich habe immer die gleichen Versuchsbedingungen eingehalten: Das Blei wurde vor der Verbrennung ½ Stunde geglüht, in die Verbrennungsröhre zuerst chromsaures Blei, dann Blei gemischt mit der fein gepulverten Substanz, dann wieder Blei eingefüllt, sodann kamen in Wasserstoffgas reducirte Spiralen von Kupferdraht. Es wurde vor Beginn der Verbrennung

5 Stunden lang Kohlensäure, aus Kalkspath entwickelt, durch das Verbrennungsrohr geleitet, das entwickelte Gas wurde über starker, frisch gekochter Kalilauge aufgefangen. Bei dieser Anordnung des Versuches wurden 3 Scheinverbrennungen ohne Substanz ausgeführt. Ich erhielt bei denselben eine nicht unerhebliche Gasmenge, welche wohl aus der vom Blei absorbirten und der im Kalkspath befindlichen atmosphärischen Luft stammt. Bei der ersten Scheinverbrennung erhielt ich 4,50; bei der zweiten 6,55; und bei der dritten 6,00 Theilstriche meines Auffangrohres, im Mittel 5,68 auf 0° und 760 Barometerstand reducirt. Dies ist beiläufig 1,1ccm Gas. Ich habe die nöthige Correctur an allen meinen Stickstoffbestimmungen angebracht.

Kürzlich erst begonnene Versuche, über welche ich später besonders berichten werde, haben mir ergeben, dass beim Trocknen des Kothes eine namhafte Stickstoffmenge entweicht, ca. 10 % des gesammten im Koth enthaltenen Stickstoffs. Ich habe daher meine Zahlen für den Kothstickstoff, bei Berechnung der gesammten Stickstoffausscheidung in einem Tag, um diesen Werth vergrössert.

Die Aschenbestimmung des Kothes geschah in einem Muffelofen bei ganz dunkler Rothglut.

Die Fettbestimmung des Kothes geschah theils in Tübingen, theils in Riedlingen. Der Koth wurde möglichst fein gepulvert, zuerst mit Aether bis zur völligen Erschöpfung extrahirt, sodann mit einigen Tropfen concentrirter Salzsäure angesäuert und von neuem mit Aether extrahirt, bis keine Gewichtszunahme des Extractes mehr eintrat. Die Aetherextraction des Kothes ist übrigens eine mühsame und nicht sehr präcise Arbeit, da offenbar, je nach dem Wassergehalt des Aethers und der Salzsäure, in wechselnder Menge auch andere Stoffe als Fette, Fettsäuren und Cholestearin dem Kothe entzogen werden, namentlich Gallenfarbstoffe. Die meisten meiner Zahlen sind Mittel aus 2 Analysen, welche unter sich nicht ganz genau stimmten; z. B. erhielt ich vom Januarkothe des Kindes Nr. 2 bei der ersten Analyse einen Gehalt der Kothfixa an Aetherextract von 25,8 %, nach Behandlung mit Säure und Aether von 37,3 %; bei der zweiten Analyse von 24,3 % und 33,3 %, im Mittel also von 25,5 % und 35,2 %. Aehnlich verhielt es sich bei den andern Analysen. In Tübingen filtrirte ich den Aether durch Glaswolle, in Riedlingen durch Filtrirpapier; bei der ersten Methode ist man in Gefahr, dass etwas von dem fein gepulverten Kothe mit durch das Filter geht, bei der zweiten Methode hält es schwer, alles Fett aus dem Filtrirpapier herauszuwaschen Ob es richtiger ist, das Aetherextract allein als diejenige Fettmenge zu betrachten, welche im Kothe vom Nahrungsfette herstammt, oder aber das Extract, welches man durch Behandeln mit Aether und sodann mit Säure und Aether erhält, lasse ich dahingestellt. Zur Berechnung der Tab. XII, Ausnützung des Fettes, habe ich als Zahl für das Kothfett das arithmetische Mittel aus dem Aetherextract und sauren Aetherextract genommen.

Analyse des Urins.

Ich bestimmte täglich den Harnstoff der am vorhergehenden Tage entleerten Urine nach der Methode von Hüfner mit unterbromigsaurem Natron unter Berücksichtigung der von Hüfner für seine Methode angegebenen Cor-

rection. Ich habe mit 2 Apparaten gearbeitet und konnte, wenn die Lauge bereitet war, in 1 Stunde 3 Analysen machen. Selbstverständlich beobachtete ich bei meinen Analysen immer dasselbe Verfahren, ich liess nämlich die Lauge immer 1/4 Stunde auf den Urin einwirken, fing das Gas in Lauge selbst auf, benutzte ein und dieselbe Lauge nicht öfter als zweimal zur Analyse und trug Sorge, dass ich bei jedem Versuch ca. 20^{ccm} Gas erhielt, d. h. Urine von gleicher Concentration zur Analyse kamen. Ich habe mich auch diesmal durch Controlversuche überzeugt, dass die Abweichungen zweier Analysen bei demselben Urin ausserordentlich gering sind.

Da der Werth dieser Methode noch nicht genügend anerkannt ist, ja dieselbe neuerdings mit wenig zutreffenden Gründen angegriffen wurde („Ueber die Harnstoffbestimmung mit unterbromigsaurem Natron" von F. A. Falk, Pflüger's Archiv Bd. 26), so will ich einige Bemerkungen über sie beifügen: Es ist von allen Chemikern, welche sich mit der Sache beschäftigt haben, gleichmässig gefunden worden, dass reine Harnstofflösungen mit der Lauge behandelt, nie so viel Stickstoff liefern, als nach der Rechnung zu erwarten ist. Allein, wenn man alle Versuchsbedingungen, welche auf die Entwicklung von Stickstoff Einfluss haben, bei jedem Versuch gleich hält, lässt sich selbstverständlich eine Correctur für das unter den gegebenen Umständen constant vorkommende Deficit finden und die Versuchsresultate werden, nach angebrachter Correctur, nur um die bei jedem Experiment unvermeidlichen kleinen Fehler unter einander und von der Wahrheit abweichen. Diese Abweichungen sind aber gerade bei der Methode von Hüfner klein, da es sich nur um Ablesen von Gasvolumen und Barometerstand handelt.

Beim Urinharnstoff verhält sich die Sache anders, denn es entwickeln die Harnsäure, das Kreatin etc. unter dem Einfluss der Bromlauge auch eine gewisse Stickstoffmenge. Wendet man also die für reine Harnstofflösungen (zur Deckung des Stickstoffdeficits) gefundene Correctur auf Urin an, so wird man einen etwas zu grossen Werth für den Urinharnstoff erhalten, da man den aus Harnsäure etc. erhaltenen Stickstoff auch als Harnstoffstickstoff rechnet. Wie gross dieser Fehler ist, z. B. für meine Versuchsverhältnisse, also namentlich bei 1/4stündiger Einwirkung der Lauge, kann gar nicht genau untersucht werden, da eine Methode, den Harnstoff im Urin ganz genau zu bestimmen, nicht existirt. Dass aber die Methode Hüfner's den Harnstoff im menschlichen Urin genauer als andere Methoden, z. B. als Liebig's Titrirmethode, ergibt, ist mir zweifellos. Schleich hatte demnach, wie ich Falk gegenüber bemerke, volle Berechtigung, zu seinen schönen Versuchen („Das Verhalten der Harnstoffproduction bei künstlicher Steigerung der Körpertemperatur" Leipzig 1875) das Hüfner'sche Verfahren zu verwenden, denn er wollte nicht, wie Falk ihm imputirt, die gesammte Stickstoffausscheidung durch den Harn verfolgen, sondern es war das Thema der ihm gestellten Preisaufgabe, die Harnstoffproduction zu untersuchen. Wenn er über seine Aufgabe hinausging und eine erhebliche Steigerung der Harnstoffproduction sowohl, als auch der gesammten Stickstoffausscheidung (durch das heisse Bad) nachwies, ist dies sein besonderes Verdienst, beweist aber auch, dass die Anschauung der Aerzte über die Wichtigkeit des Harnstoffgehaltes für ihre Zwecke nicht so ganz unrichtig ist, wie Falk meint; denn bei patho-

logischen Fragen können meist nur beträchtliche Steigerungen des Harnstoffgehaltes zu weitern Schlüssen benutzt werden.

Mir selbst allerdings lag daran, neben der (für die menschliche Physiologie unter allen Umständen wichtigen) Harnstoffmenge, auch den Gesammtstickstoffgehalt meiner Urine zu ermitteln. Ich habe deshalb Urine meiner Versuchskinder sowohl nach Hüfner analysirt, als auch durch Verbrennung mit Natronkalk direct auf Stickstoff untersucht, Versuche, welche ich später mittheilen werde, da sie noch nicht abgeschlossen sind. Setze ich die durch Natronkalkverbrennung erhaltene Stickstoffmenge = 100, so erhielt ich durch das Hüfner'sche Verfahren im Mittel 91,5%. Die Versuche der 3 andern Beobachter, welche sich mit dieser Frage beschäftigt haben (Schleich, Waschburne und Jay) geben im Mittel fast genau dieselbe Zahl, nämlich 91,34%. Die Abweichungen meiner einzelnen Analysen von diesem Mittel sind so gering, dass sie bei keinem Versuch mehr als die beim Hüfner'schen Verfahren und der Natronkalkverbrennung selbst möglichen Fehler betragen. Man kann daher aus meinen bisherigen Versuchen nicht einmal schliessen, dass man einen Fehler begeht, wenn man als Gesammtstickstoff eines Urins die durch den Hüfner'schen Versuch erhaltene Stickstoffmenge + 8,5% derselben annimmt, geschweige denn, dass man die Grösse dieses Fehlers bestimmen könnte; er ist kleiner als die Fehler der Versuchsmethoden.

Vergleicht man die Methode Hüfner's mit dem Dumas'schen Verfahren, so ist anzuerkennen, dass letzteres mit der Modification von Schneider (nach Gruber's neuen Untersuchungen) fast absolut genau ist. Diese Modification aber ist so umständlich, dass man sie nur da anwenden wird, wo wirklich grösste Genauigkeit erforderlich ist, also etwa zur Controle anderer Methoden, nicht aber zu praktischen Arbeiten mit zahlreichen Stickstoffbestimmungen. Hier wird man sich meist mit einer kürzern Dauer des Versuches und einer Correctur des zu gross erhaltenen Gasvolumens begnügen müssen — oft genug ist sogar eine solche Correctur unterlassen worden. Bei der Natronkalkverbrennung sind kleine Fehler unvermeidlich, wenn man den erhaltenen Ammoniak durch Titriren bestimmt. — Ich zweifle nicht, dass fortgesetzte Versuche mein bisheriges Resultat bestätigen werden und dass man die Hüfner'sche Methode, unter Anwendung einer Correctur, auch zur Bestimmung des Gesammtstickstoffs des Urins wird verwenden können.

Ueber Veränderungen der Sensibilität der Bauchhaut während der Schwangerschaft.

Von

Dr. R. Teuffel.

Auf Anregung des Herrn Prof. Dr. v. Vierordt in Tübingen habe ich mich als Assistent an der geburtshilflich-gynaekologischen Klinik des Herrn Prof. Dr. Ahlfeld in Giessen mit der Frage über das Verhalten der Tastempfindlichkeit der Bauchhaut in den letzten Wochen der Gravidität beschäftigt.

In den Sitzungsberichten der Wiener Academie (Bd. 15 Jahrg. 1855) hat Czermak Untersuchungen veröffentlicht, welche sich unter anderem auch auf die Veränderungen der Sensibilität der Haut bei Ausdehnung derselben beziehen; hierbei hat er auch an 4 Schwangeren Versuche gemacht und kommt durch seine Resultate zu dem Schluss, dass durch Dehnung jeder Art die von E. H. Weber supponirten Empfindungskreise proportional sich vergrössern und findet in seinen Resultaten eine Stütze der theoretischen Ansichten Weber's über die Einrichtung des Organs für den Tastsinn.

Spätere Versuche, von G. Hartmann im physiologischen Institut zu Tübingen angestellt, hatten wesentlich abweichende Ergebnisse in Bezug auf das Verhalten der Sensibilität bei künstlicher Dehnung. Die Abnahme der Sensibilität erreichte bei weitem nicht den Grad, wie ihn Czermak gefunden. Die Versuche Hartmann's sind an der sehr dehnbaren Haut des Halses gemacht.

Die folgenden Resultate der Untersuchung Schwangerer lassen gleich anfangs zum mindesten eine erhebliche Abnahme der Sensibilität annehmen. Den Czermak'schen Resultaten widersprechen sie in keiner Weise, wenngleich die Versuche nicht eben dieselben Ziele, den Nachweis der Proportionalität zwischen Dehnung und

Sensibilitätsabnahme, hatten. Die gefundenen Maasse können aus verschiedenen Gründen nicht als absolute gelten, wie schon aus der grossen Differenz der Werthe bei den einzelnen Versuchspersonen hervorgeht. Ausserdem sind die Ergebnisse auch schon deshalb nur annähernd richtige, weil die Zahl der Einzelversuche eine verhältnissmässig kleine ist. Die Maasse drücken den Abstand der Zirkelspitzen in ganzen resp. halben Centimetern aus, bei welchem die Zahl der richtigen Angaben 90 % erreicht, „Stumpfheitswerthe". Bei grösserem Abstand der Zirkelspitzen sind die Versuche deshalb etwas mühsam, weil das gleichzeitige Aufsetzen der beiden Spitzen grosse Vorsicht erfordert; denn sobald man nicht ganz gleichzeitig mit beiden Spitzen die Haut trifft, bekommt man viel zu günstige Resultate in Bezug auf die Feinheit der Sensibilität. Zahlreiche Vexirversuche controlirten übrigens die Richtigkeit der Angaben und ausserdem war von vornherein darauf Bedacht genommen, nur einigermassen intelligente Personen zu den Versuchen zu verwenden.

Anfangs wurden von mir längere Sitzungen, bis zu $^3/_4$ stündiger Dauer vorgenommen, in denen sich die Zahl der Einzelversuche zwischen 400 und 500 bewegte. Zahlreiche Punkte der Bauchoberfläche wurden dabei auf ihre Sensibilität geprüft. Späterhin beschränkten sich die Untersuchungen auf die Gegend um den Nabel herum in der Breite von etwa 15^{cm} sowie längs der Linea alba. Es hatte sich nämlich herausgestellt, dass die Sitzungen von der erstgenannten Dauer eigenthümliche Reizerscheinungen hervorriefen. Von den Betreffenden wurde über eine mehrere Tage andauernde Empfindlichkeit der Bauchhaut, unbestimmte Schmerzen in derselben, sowie Schlaflosigkeit geklagt. In Folge dessen bemächtigte sich derer, welche zu den Untersuchungen bestimmt waren, eine mir anfangs ganz unerklärliche Angst und da böswillige Täuschung ausgeschlossen werden konnte, und bei den späteren kürzer dauernden Untersuchungen ähnliche Klagen nicht mehr vorkamen, so glaube ich die Erscheinung dadurch erklären zu müssen, dass durch übermässig lange fortgesetzte Aufmerksamkeit auf die kleinen Reize, die der Versuch mit sich brachte, ein gewisser dauernder Reizzustand des Centralorgans, eine Art experimenteller Nervosität, hervorgerufen worden sei. Ganz ohne Analoga wäre die Erscheinung, in diesem

Sinne aufgefasst, nicht. Jedenfalls aber schien die Nothwendigkeit vorzuliegen, kleinere Versuchsreihen (100—200 Versuche) anzustellen. Dadurch, dass dieselben an einer grösseren Anzahl von Individuen vorgenommen wurden, konnte der Frage nach den individuellen Schwankungen durch Berücksichtigung der etwa vorhandenen besonderen Verhältnisse etwas näher getreten werden. Die Personen sind sämmtlich gesund und meist anfangs der 20er Jahre stehend.

		Bauchperipherie		Stumpfheitswerthe in der Quere		Stumpfheitswerthe längs der Lin. alba		Verhalten der Striae
		Ende der Schwangerschaft	Ende des Wochenbetts	Ende der Schwangerschaft	Ende des Wochenbetts	Ende der Schwangerschaft	Ende des Wochenbetts	
I	Ma. II par. 10 Mon.	105	90	9—9,5	4	12 (13)	7—8	über den Poupart-schen Bändern stark
II	Ho. I par. 10 M.	95	80	10	4	12—12,5	7	stark
III	Vo. I. I par. 10 M.	100	84	widersprechend	5	—	5?	stark
IV	Sw. II par. 10 M.	94	76	9	5	9?	8,5	fehlen
V	He. II par. 10 M.	100	89	7,5—8	4—4,5	10	7	ziemlich stark
VI	Vo. II. II par. 10 M.	101,5	83	10	5	14	8	stark
VII	Fi. IV par. 9—10 M.	97	83	6,5	5—5,5	9	7—8	fehlen
VIII	Gr. I par. 9 M.	103,5	—	8	—	11	—	stark
IX	Gi. II par. 10 M.	91	—	8	—	12	—	wenig alte
X	Schr. I par. 10 M.	93	—	6	—	8	—	über den Poupart-schen Bändern sehr breite Striae; sonst keine.

Die vorstehenden Werthe lassen bei ihrer grossen Verschiedenheit in den einzelnen Fällen zunächst nur soviel erkennen, dass eine erhebliche Abnahme der Sensibilität der Bauchhaut am Ende der Schwangerschaft zu constatiren ist; um einen im Durchschnitt gültigen Werth kann es sich demnach nicht wohl handeln bei individuell so bedeutenden Schwankungen.

Was nun die Ursache der letzteren betrifft, so fragt es sich zunächst, ob man es nicht mit verschiedenen Graden der Fähigkeit Tasteindrücke zu percipiren zu thun hat. Es scheint jedoch, dass die Differenzen nicht hierin ihre Begründung haben; denn die Versuche, welche am Ende des Wochenbetts angestellt wurden, ergaben ziemlich übereinstimmde Werthe, wie solche auch in der Tabelle verzeichnet sind. Diese Zahlen stimmen ausserdem mit denjenigen überein, welche für die Sensibilität der Bauchhaut bei männlichen Individuen im physiologischen Institut in Tübingen gefunden wurden. Es kann ferner ein Beweis für die verhältnissmässige Genauigkeit der Angaben darin gefunden werden, dass beim einzelnen Individuum die Differenz der Werthe vor und nach der Entbindung in der queren Richtung fast genau gleich gross ist wie in der Längsrichtung. Bis zu einem gewissen Grad ist die Umfangszunahme des Abdomens ein Maassstab für die Vergrösserung der „Stumpfheitswerthe". So findet sich in den Fällen V und VI eine Proportionalität zwischen Umfangszunahme des Abdomens und Abnahme der Sensibilität (ausgedrückt durch den Abstand der Zirkelspitzen), indem erstere wie 11 : 18,5, letztere wie 3 : 5 sich verhalten; doch ist dies offenbar eine mehr zufällige Erscheinung; bei Nr. VII z. B. stellt sich die Sache ganz anders dar.

Die Erklärung für die auffallende Verschiedenheit in der Veränderung der Sensibilität durch die Schwangerschaft muss wohl darin gesucht werden, dass die Dehnung bald einen grösseren bald einen kleineren Abschnitt der gesammten Bauchdecke betrifft, dass also die Ausdehnung eine mehr oder weniger partielle ist.

Nimmt man an, dass bei dem einen Individuum schon eine verhältnissmässig geringe Dehnung der Haut genügt um dieselbe über die Grenze ihrer Elasticität auszudehnen, während bei anderen Personen eine Ausdehnung in hohem Grad stattfinden kann, ohne dass die Grenze der Elastizität der Gewebe überschritten wird, so müssen im ersteren Falle die Gewebe, welche einer weniger starken elastischen Dehnung fähig sind, leicht Structurveränderungen unterliegen, was bei starker Dehnbarkeit nicht einzutreten braucht.

C. Langer [1]) beschreibt die Striae gravidarum als bleibende Verdünnung und Umordnung der Gewebe der Haut. Es wird nun

1) Medicinische Jahrbücher (Wien 1880) Heft 1 u. 2.

der Annahme nichts im Wege stehen, dass die auf diese Weise alterirten Stellen der Haut Punkte geringeren Widerstandes sind, die bei weiterer Ausdehnung der Bauchdecken einer Dehnung in höherem Grade ausgesetzt sind als die intacte Umgebung. Die Beobachtung, die nicht selten gemacht werden kann, dass einzelne scharf abgegrenzte Strecken der Bauchhaut von Anfang an Striae zeigen, welche im weiteren Verlauf bedeutend an Grösse aber nicht an Zahl zunehmen und auf diese Strecken beschränkt bleiben, spricht dafür, dass die Dehnung keine vorwiegend partielle ist. Ist dagegen die Haut einer starken elastischen Dehnung fähig, so wird ein grösseres Territorium und zwar gleichmässig, aber eben deshalb an den einzelnen Punkten in geringerem Grade, gedehnt werden.

Hierdurch würde sich die grosse Verschiedenheit der Resultate bei den einzelnen Versuchsindividuen ungezwungen erklären. Der starken Dehnung der mit Striae bedeckten Stellen entspricht nämlich auch thatsächlich eine Grösse der Tastkreise, welche die umliegenden, in der intacten Haut gelegenen merklich übertrifft. Z. B. waren im Falle X nur die Gegenden über den Poupart'schen Bändern und zwar in ganz umschriebener Weise mit grossen Striae bedeckt. Entfernung der Zirkelspitzen an dieser Stelle 9,5 ^{cm}. In der Linea alba fanden sich Werthe von 8, seitlich davon 6—5 ^{cm} Zirkelweite. Aehnlich im Falle VIII und I; in beiden ist zwischen der gestreiften Partie und ihrer Umgebung eine Differenz von 2—2,5 ^{cm} Zirkelweite; eine Differenz die sich genau an die Grenze der Striae, die für das Auge leicht sichtbar ist, hält. Damit stimmt überein, dass in den Fällen, bei welchen keine Schwangerschaftsstreifen zu beobachten waren, die starken Zunahmen der Stumpfheitswerthe nicht constatirt werden konnten, so besonders ist dies bemerkt im Falle VII; ferner ist im Falle IV eine weit nach den Seiten hin sich erstreckende Tastsinnabnahme beobachtet worden, bei Fehlen von Striae, was auch auf eine mehr gleichmässige Dehnung der elastischeren Haut dieser Person hinweist.

Am Ende des Wochenbetts konnte kein erheblicher Unterschied zwischen den einzelnen Individuen bemerkt werden, ob sie nun Striae hatten oder nicht. In Bezug auf diese Untersuchungen muss bemerkt werden, dass in der queren Richtung, übereinstimmend mit

v. Vierordt's Werthen ca. 4,5 cm Zirkelweite gefunden wurde, während längs der Linea alba stets viel grössere Weiten genommen werden mussten, und zwar nicht bloss unmittelbar über der Symphyse, wo v. Vierordt eine ähnliche Zahl angibt, sondern noch einige Fingerbreit über den Nabel herauf.

Es musste nun, um die Frage die sich Czermak gestellt hat: wie verhält sich an einem bestimmten Punkte Zunahme einer gewissen Hautstrecke zur Zunahme der „Empfindungskreise"? — zu untersuchen, die Grenze des untersuchten Territoriums während der Schwangerschaft so markirt werden, — etwa mit Höllenstein oder einer Tättowirflüssigkeit —, dass sich nach der Entbindung die Verkleinerung der Strecke deutlich erkennen lässt; eine Methode, wie sie schon Czermak angewendet hat, bei den vorliegenden Untersuchungen aber nicht zur Anwendung kam. Es kann aus diesem Grund von einem genauen Nachweis, dass die Feinheit des Tastsinns im gleichen Verhältniss abnimmt, wie die Dehnung der Haut zunimmt, nicht die Rede sein; jedenfalls lässt sich soviel constatiren, dass mit dieser Annahme die bisherigen Befunde bei Schwangern nicht im Widerspruche stehen.

Zum Schluss möge noch eine Versuchsreihe erwähnt werden, welche von Dr. Kurz (Florenz) vor einigen Jahren für Prof. v. Vierordt angestellt worden ist; die Versuche, deren Resultate mir Herr Prof. v. Vierordt gütigst zur Verfügung stellte, sind an 2 Schwangeren und an 2 Nichtschwangeren mit leichten Genitalaffectionen gemacht und zwar bei sämmtlichen 2 Finger breit unter dem Nabel.

Der Zahl 42 bei den Ersteren steht bei den Letzteren eine zwischen 20 und 30 schwankende gegenüber. Diese Zahlen können jedoch nur als relative gelten, weil nicht mit Sicherheit festzustellen ist, welches Maass denselben zu Grund gelegt ist.

Die Verunreinigung der Zwischendecken unserer Wohnräume in ihrer Beziehung zu den ektogenen Infectionskrankheiten.

Von

Dr. Rudolf Emmerich,

Privatdocent für experimentelle Hygiene und I. Assistent am Hygienischen Institut der Universität Leipzig.

Die Hygiene hat bei ihrer Tendenz, diejenigen Substrate in der Umgebung des Menschen ausfindig zu machen, in welchen die Entwicklung ektogener Infectionsstoffe stattfindet, die Aufmerksamkeit hauptsächlich auf den Boden gelenkt.

Die Coincidenz zwischen den Schwankungen des Grundwassers und der Häufigkeit von Typhus und Cholera, die durch ein überwältigendes Zahlenmaterial sicher constatirte Abhängigkeit der In- und Extensität der Cholera von der Höhe der Bodentemperatur und andere epidemiologische Beobachtungsresultate, lieferten den Beweis, dass die Ursache von Typhus und Cholera im Boden zu suchen ist.

Aber ausser dem Boden können ohne Zweifel auch noch andere Objecte in der Umgebung des Menschen die für die Entwicklung ektogener Infectionserreger günstigen Bedingungen vereinigen und zu diesen gehört höchst wahrscheinlich der Boden im Hause d. h. in den einzelnen Etagen desselben, die Zwischendeckenfüllungen, der sog. Fehlboden der Wohnräume, welchen die Epidemiologen bis jetzt ganz ausser Berücksichtigung gelassen haben.

Im vorigen Jahre hat Reclam in der Zeitschrift „Gesundheit" einige Aufsätze über „Die hygienische Bedeutung der Kellersohle und der Zwischengeschosswandungen" veröffentlicht, die nichts Besonderes enthalten und niedergeschrieben wurden, nachdem ihr Verfasser von meinen schon lange vorher ausgeführten Untersuchungen

über diesen Gegenstand durch die Indiscretion des Baurath Mothes Kenntniss erhalten hatte.

Unter der Bezeichnung Fehlboden versteht man bekanntlich die bedeutenden Boden- oder Schuttmassen, welche zwischen dem Plafond der unteren Räume und den Zimmerbodendielen der nächst höheren Etage eingeschlossen sind.

Die Fussbodendielen schliessen nur selten vollkommen dicht. Durch den beständigen Wechsel zwischen Durchfeuchtung und Austrocknung entstehen bekanntlich in der Längsrichtung zwischen zwei neben einander liegenden Dielen mehr oder weniger weit klaffende Fugen.

Ein Theil der im Zimmer ausgegossenen Flüssigkeiten und des zum Aufwaschen des Fussbodens verwendeten Wassers werden in Folge dessen versickern und in den Fehlboden eindringen.

Da alle Substanzen, welche in diesen Flüssigkeiten gelöst waren, nach dem Verdunsten des Wassers in den Deckenfüllungen zurückbleiben, ebenso wie die suspendirten mineralischen, organischen und organisirten Stoffe, die mit hinabgeschwemmt wurden, da weiterhin Luftstaub, der durch die geöffneten Fenster in das Zimmer eindringt, und in den wenig bewegten Luftschichten sich zu Boden senkt, da Strassendetritus, der den Schuhen anhaftend in das Zimmer getragen wird und auf dem Fussboden austrocknet, da alle diese staub- und pulverförmigen Substanzen, und mit ihnen selbstverständlich auch Infectionspilze, — mögen sie nun mit diarrhöischen Fäces oder im Speichel auf dem Fussboden austrocknen, oder sonst in der Luft vorkommen, — in die Zwischendecken gerathen müssen, auch ohne Mithülfe des Wassers, lediglich in Folge der durch das Gehen erzeugten Erschütterungen des Fussbodens, so wird sich die Verunreinigung und Infection des Füllmaterials mit der Zeit voraussichtlich zu einer ganz exorbitanten gestalten.

In der That, wir machen uns keiner Uebertreibung schuldig, wenn wir sagen, dass in Folge dessen die meisten Wohnhäuser in der Stadt oder auf dem Lande, Paläste wie Hütten, Centner von Schmutz d. h. von fäulnissfähigen organischen Stoffen beherbergen, von deren Vorhandensein in den Wohnungen die wenigsten Menschen eine Ahnung haben.

Da wir der Einwirkung der Zwischendeckenfüllungen unmittelbar und fortwährend in unseren Wohnräumen ausgesetzt sind, da ferner bestimmte Thatsachen die causale Bedeutung desselben bei der Entstehung und Weiterverbreitung gewisser Infectionskrankheiten wahrscheinlich machen, so schien es wichtig in einer grösseren Zahl von Wohnhäusern den Grad der Verunreinigung (d. h. die Mengen von Nährmaterial für Mikro-Organismen), ferner die Durchfeuchtungs- und Temperaturverhältnisse des Fehlbodens festzustellen, um zu eruiren, ob in diesem Medium Bedingungen vorhanden sind, welche die Spaltpilzbildung in besonders günstiger Weise beeinflussen. Die folgenden Mittheilungen enthalten das Ergebniss der bis jetzt zum Abschluss gelangten Untersuchungen.

Gerne erfülle ich die Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Franz Hofmann, der mich bei Inangriffnahme und Durchführung der vorliegenden Untersuchungen vielfach mit seinem Rath unterstützte, den schuldigen Dank auszusprechen.

I. Construction und Zweck der Zwischendecken und des Fehlbodens.

Um den Zweck und die Function der Zwischendecken vom sanitären Standpunkt aus zu übersehen, werden vor allem die Construction und die verschiedenen Modificationen derselben in Betracht zu ziehen sein, weshalb ich unter Benützung der bautechnischen Fachliteratur[1]) das Wesentliche hierüber mittheile.

Die in Deutschland fast allgemein verbreitete und auch in anderen Ländern vielfach angewendete Deckenconstruction ist die Balkendecke mit Bretteinschub (System A_1 in Fig. 1).

Der letztere wird entweder durch seitwärts an die parallelliegenden Balken *A* angenagelte Bretter *D*, bisweilen auch in dreieckigen eingehauenen oder in gehobelten viereckigen Nuthen zwischen den Balken befestigt.

---

1) Vgl. Wolfram, Handb. f. Baumeister (Rudolstadt 1818) II. Thl. S. 372 bis 382 — Gilly, Handb. d. Landbaukunst (Braunschweig 1822) Verlag von Vieweg S. 60 bis 75. — Wolfram, Vollständ. Lehrb. d. ges. Baukunst (Wien 1838) Verlag von Gerold Bd. 3 II. Abth. S. 93 u. IV. Abth. S. 72. — Breymann, Allgem. Bauconstructionslehre (Stuttgart 1869) II. Thl. — Deutsches Bauhandbuch von den Herausgebern der deutschen Bauzeitung, V. Lieferung (1880); Bauconstructionslehre von C. Schwatlo S. 52 bis 55.

Diese Bretterverschalung, deren Fugen bei nicht gespundeten, sondern nur überschobenen Brettern von oben gewöhnlich mit Lehm verstrichen werden, trägt die Fehlbodenfüllung *C*, welche Gegenstand meiner Untersuchungen gewesen ist.

In vielen Gegenden Deutschlands verwendet man zur Ausfüllung der Fache zwischen den Balkenlagen die sog. gewickelten Zwischenböden, die Windelböden oder Wellendecken, bei welchen man gestreckte, ganze und halbe Windelböden unterscheidet.

Nach Breymann's[1]) Angaben sind die ersteren wenig in Gebrauch und auch nur in ganz untergeordneten Räumen anwendbar. Der ganze Windelboden wird hergestellt, indem man Holzscheite ([System B_1 *F*] [Stackhölzer, Schlierhölzer]) mit Lehmstroh (*G*) und Lehm umwickelt und dicht neben einander zwischen die Balken einschiebt, entweder in Falze derselben (*a*) oder auf angenagelte Leisten *D*. Der untere Hohlraum wird dann „bündig mit den Balken mit Lehm ausgetragen, und oberhalb werden die Balkenfache gewöhnlich ganz mit Lehm oder trockenem Schutt gefüllt“ (Breymann).

Derartige Decken erfüllen ihren eigentlichen Zweck sehr gut, sind aber schwer, kostspielig und sogar gefährlich, da unter dem Falz wenig Holz bleibt, welches manchmal schon beim Eintreiben der Stockhölzer absplittert, in Folge dessen die Falze leicht ausreissen können[2]). Die, neuerdings fast allgemein gebräuchlichen, halben Windelböden sind leichter und sicherer, weil weit mehr Holz zum Tragen an den Balken bleibt, als bei der vorerwähnten Deckenart und weil der Raum unterhalb der Stackhölzer nicht ausgefüllt wird. System B_1 und Schnitt *cd* machen die Construction leicht verständlich. Die in den Führungsschlitz (*a*) eingetriebenen oder auf Latten (*D*) ruhenden fest aneinander gepressten Stackhölzer (*F*) sind entweder mit Lehmstroh umwickelt, oder sie erhalten oberhalb einen Verstrich aus nassem mit Krummstroh oder Lohe untermischtem Lehm, um die Fugen der Hölzer auszufüllen.

---

1) a. a. O. S. 66.

2) Ueber Unglücksfälle, welche bei Reparaturen in Gebänden mit ganzen Windelböden sich ereigneten, berichtet Gilly a. a. O. S. 62.

Auch beim halben Windelboden wird der Raum oberhalb der Stackhölzer, welche 10 bis 12 cm von der Oberkante der Etagenbalken entfernt sind, mit Schutt u. dgl. ausgefüllt. Die Füllung wird bei allen bis jetzt erwähnten Deckenarten durch die Bohlen oder Dielen des Zimmerbodens gedeckt. Da die Balken nach unten vorstehen, so muss die Unterfläche derselben, um die Decke zu ebenen, verschalt und gerohrt werden.

Die halben Windelböden haben nach Schwatlo's[1]) Angaben den Nachtheil, dass sie bei leichtfertiger Ausführung durch die gebildeten Hohlräume oder den ungenügend dichten Anschluss an die Umfangsmauern, Hellhörigkeit zwischen zwei Geschossen veranlassen.

In hygienischer Beziehung liegt der wesentliche Unterschied zwischen den ganzen und halben Windelböden darin, dass die ersteren nahezu die doppelte Menge von porösem Füllmaterial erfordern als die letzteren.

Um weit freitragende Balkendecken zu versteifen, wendet man Kreuzstackung oder eiserne Flachschienen an, durch welch letztere die Balkenlagen gleichsam durchflochten und hierdurch die Vibrationen des Fussbodens vermindert werden. Die Füllung wird wie bei den bisher erwähnten Decken bewerkstelligt, weshalb wir von einer detaillirten Schilderung absehen können.

Als weitere Modification hölzerner Decken erwähnen wir noch den in Oesterreich gebräuchlichen Sturzboden[2]) mit Schuttauffüllung, bei welchem eine Doppelbalkenlage angewendet wird um zu verhüten, dass die Erschütterungen, welchen der Fussboden des oberen Raumes ausgesetzt ist, auf die Decke des unteren Raumes übertragen werden. Die unteren schwächeren Balken sind Träger der Deckenschalung.

---

1) a. a. O. S. 54.

2) Von einer verbesserten Deckenconstruction der sog. Tramböden, wie sie in Wien üblich sind, macht Architekt Dörffel in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins 1875 S. 152 Mittheilung und stellt auch einen Vergleich zwischen der alten und der neuen Construction auf (vgl. Ztschr. d. Architekten- u. Ingenieurvereins zu Hannover 1876 S. 124).

Die oberen Balken oder Sturzträme sind mit 2 bis 3 cm dicken Brettern so überdeckt, dass dieselben um 2 bis 3 cm beiderseits über einander greifen.

Auf diese Dielung wird eine 10 bis 13 cm hohe Schutt- oder Sandlage aufgeschüttet. Die Füllung wird von dem auf Polsterhölzern ruhenden Fussboden überdeckt.

Eine sehr dichte und warme, aber auch bedeutend schwere Decke ist in Russland gebräuchlich. An die Seiten der Balken werden Latten mit starken Schiffsnägeln genagelt, und auf diese 2 1/2 Zoll starke Dielen, dicht an einander, gelegt. Hierauf kommt eine Lage von sog. Woilock und auf diese werden Backsteine in Lehm gelegt, deren Oberfläche nun mit der der Balken in eine Ebene fällt. Ueber die Balken wird dann wie gewöhnlich ein Fussboden gebreitet (Breymann [1]).

In Frankreich, besonders im westlichen Theil des Landes, wird die Deckenfüllung oberhalb der Balken angebracht, nicht zwischen denselben wie in Deutschland. Eichene Balken, von geringen Dimensionen, deren Höhe im Profil mehr als doppelt so gross ist wie die Breite, werden in Abständen von etwa 0,3 m gelegt und durch Wellerhölzer und Strohlehm überdeckt; der Fussboden wird durch Fliesen in Sandbettung hergestellt.

Eine zweite Art französischer Decken besteht darin, dass die Balkenlagen wie im ersten Fall gebildet und die Felder nach unserer Methode mit Wellerhölzern geschlossen werden, welche zwischen die Balken auf Leisten verlegt und mit Strohlehm umwickelt sind. Der aus schmalen Dielen bestehende Fussboden ruht auf flachgelegten Lagerhölzern.

Als ein Mangel erscheint hier der bedeutende leere Raum, welcher zwischen der Wellerung (ohne Lehmschlag oder Sandschüttung) und dem Fussboden verbleibt. Derselbe füllt sich im Verlauf von Jahren mit Schmutz und Staub an, welcher in Folge abwechselnder Benetzung und Austrocknung zu einer fest verfilzten Masse zusammenwächst und bei Befeuchtung stinkende Fäulnissgase entwickelt. Wieder andere

1) a. a. O. II. Thl. S. 68 mit Abbildung Fig. 12 Taf. XXII.

Decken bestehen nur aus einer Balkenlage mit Fussboden-Dielung und Deckenschalung nebst Putz, ohne weitere Ausfüllung der Gefache.

Über die hygienischen Missstände, welche bei derartigen primitiven Decken zur Beobachtung gelangen, werden wir später Näheres mittheilen. Bei einer 5. Anordnung französischer Decken fällt auch die Deckenschalung fort.

Endlich kommen noch mit Backsteinen ausgemauerte Decken und solche mit eisernen Balken vor, bei welchen die Felder mit Kappengewölben aus Ziegeln in flacher Lage geschlossen werden[1]). Wir finden also in den einzelnen Ländern nur unwesentliche Abänderungen in der Anlage des Zimmerbodens.

Fast überall wird poröses Material zur Füllung der Balkenfache verwendet.

Die physikalische und chemische Beschaffenheit, die Quantität, die Durchfeuchtungs- und Wärmeverhältnisse dieses Füllmaterials sind vornehmlich von hygienischem Interesse, während die Modificationen in der Construction des die Füllungen tragenden Holzwerkes für uns von nebensächlicher Bedeutung sind.

Wir werden im Folgenden die Deckenfüllungen kurzweg als Fehlboden bezeichnen.

Der Fehlboden wird in Frankreich couchis, fausse aire und entre-vous, in England false ceiling oder sound floor genannt[2]).

Der wesentliche Zweck des Fehlbodens ist die Abschwächung des Schalles, oder mit anderen Worten die Beseitigung der Hellhörigkeit in den Geschossen.

Wenn die Füllung fehlte, würde der Hohlraum zwischen den Fussbodendielen des oberen und der Deckenschalung des unteren Raumes, einen hohlen Resonanzkasten darstellen und eine Verstärkung des Schalles bewirken.

Da Steine und Erde weit weniger Resonanz besitzen als Holz, so benützt man zur Schalldämpfung Füllstoffe aus diesen oder ähnlichen Materialien.

---

1) Nouv. Ann. de la Constr. (1875) S. 103 u. Bl. 34; Referat in der Zeitschrift des Architekten- u. Ingenieurvereins zu Hannover (1876) S. 294.

2) Mothes, Illustr. Baulexikon (1876) S. 277.

Als schlechte Wärmeleiter erfüllen dieselben zugleich die weitere Bestimmung: den Fussboden warm zu halten und die Temperatur des Wohnzimmers von den Wärmeverhältnissen der nächst höheren und unteren Etagen-Räume möglichst unabhängig zu machen.

Endlich hat der Fehlboden, wie die Handbücher des Hochbaues eigens hervorheben, die für uns besonders beachtenswerthe Aufgabe: oben ausgegossene Flüssigkeiten in den Poren des Füllmaterials aufzunehmen und das Durchträufeln derselben nach der unteren Etage möglichst zu verhüten[1]).

II. Beschaffenheit und Quantität der Fehlbodenfüllungen.

Die Abhaltung von Feuchtigkeit und deren schlimmen Einflüssen auf das Holzwerk, die Rücksicht auf Feuersgefahr, die Furcht vor der Invasion des Hausschwammes und der Kostenpunkt sind die wesentlichen Motive, von denen sich die Architekten bei Auswahl des Füllmaterials leiten lassen.

Man wünscht vor allem trockene und billige Füllstoffe.

Dasjenige Material, welches an und für sich werthlos in der Nähe der Baustelle sich findet und somit nur geringe Transportkosten verursacht, erhält den Vorzug.

Wir sehen daher, dass von den Architekten, weitaus am häufigsten, Bauschutt als geeignete Füllmasse vorgeschlagen und verwendet wird.

Die meisten Architekten empfehlen den Bauschutt, weil er seiner Trockenheit wegen die Schwammbildung verhüte.

Andere behaupten dem gegenüber, dass er dieselbe geradezu befördere.

Breymann sagt über das Material zu den Ausfüllungen, dass es leicht, trocken, schlecht wärmeleitend und nicht feuergefährlich sein muss. „Gewöhnlich nimmt man Bauschutt, den man durch den Abbruch alter Gebäude gewinnt und, gegen den Regen geschützt, aufbewahrt. Dieses Material ist, wenn es keine leicht faulenden

---

1) Vgl. Schwatlo a. a. O. S. 53.

2) Breymann, Bauconstructionslehre 2. Aufl. II. Thl. S. 67.

Bestandtheile enthält, gut; nur wird dadurch sehr häufig die Brut von Ungeziefer, namentlich von Wanzen, gleich in das neue Gebäude übertragen." Ausser dem Bauschutt kommen grober und feiner Sand, Lehm, Kohlenschlacke, Asche, Säg- und Hobelspäne, Gerberlohe, Hechsel oder Spreu zur Anwendung.

In Leipzig haben wir wiederholt beobachtet, dass sogar der Inhalt von Asche- und Kehricht-Gruben, Material von städtischen Schuttabladeplätzen und andere, oft in hohem Grad mit excrementiellen Stoffen imprägnirte Schmutzmassen, zur Fehlbodenfüllung verwendet wurden.

Neuerdings hat man Schlackenwolle[1]) als Füllmaterial für Zwischendecken in Vorschlag gebracht, da sie verschiedene Vorzüge: Leichtigkeit, Unverbrennbarkeit, schlechte Wärme- und Schallleitung vereinigt. Da die Schlackenwolle frei ist von organischen und organisirten Stoffen, so würde sie sich als Füllmaterial vorzüglich eignen, wenn ihr nicht einige Uebelstände anhafteten, die ihre Verwendbarkeit in Frage stellen.

Da dieselbe meistens einen ziemlich starken Gehalt an Schwefelcalcium hat, so soll sich angeblich bei Einwirkung von Kohlensäure und Wasser kohlensaurer Kalk und Schwefelwasserstoffgas bilden, welch letzteres abgesehen von der Unannehmlichkeit des Geruches und der eventuellen Gefahr für die Gesundheit, eine Verfärbung bleiweisshaltiger Anstriche der Fussböden, Täfelungen und Wandsockel hervorbringt. Ein anderer Missstand würde darin bestehen, dass sich in Folge der Erschütterungen, welchen das Material im Fehlboden ausgesetzt ist, ein feiner glasiger Staub bildet, der durch die Fugen zwischen den Dielen, in die Luft der Wohnräume gelangen könnte.

Die Höhe des Fehlbodens beträgt 8 bis 15^{cm}, oft aber auch 20 und 30, ja selbst 40 und 50^{cm}. Eine Lage von 50^{cm} Höhe wendet man nur ausnahmsweise in Gebäuden an, bei welchen man verhüten will, dass sehr laute, durch Maschinen etc. erzeugte Geräusche und Erschütterungen des Bodens nach den nächst höheren oder unteren Stockwerken sich fortpflanzen. Eine so bedeutende

1) Vgl. Deutsche Bauzeitung (1876) S. 80, 150, 210.

Höhe und Quantität des Fehlbodens habe ich beispielsweise im neuen Reichs-Postgebäude in Leipzig beobachtet. Das Product aus der Grundfläche des Zimmers und der Höhe des Fehlbodens gibt uns nach Abzug des Volumens der die Fehlbodenfelder begrenzenden Balken, das Gesammtvolumen der Ausfüllmasse.

Bei unseren Ermittelungen, bei denen es auf ein möglichst exactes Resultat ankam, haben wir den Flächeninhalt und die Fehlbodenhöhe für jedes einzelne Zimmer festgestellt und von dem Cubikinhalt des Fehlbodens denjenigen der Balken in Abzug gebracht.

Die beiden folgenden concreten Fälle sollen darthun, in welchen Grenzen die Quantitäten des Füllmaterials für den gleichen Flächenraum auseinandergehen. In der neuen Leipziger Irrenanstalt ist die Anlage der Zwischengeschoss-Füllungen, die Quantität anlangend, die gleiche wie sie auch in städtischen Wohnhäusern Anwendung findet.

Quadratfläche, Höhe und Quantität der Fehlbodenfüllung in der Irrenanstalt.

I. Hauptgebäude.

Etagen	Quadratfläche in Quadratmetern	Höhe in Metern	Quantität in Cubikmetern	Material
Souterrain . .	1805	0,25	451,25	Quarzsand
Parterre . . .	1945	0,10	194,50	Bauschutt vom alten Taubstummeninstitut
I. Etage . .	1839	0,10	183,90	"
II. Etage . .	578	0,10	57,80	"
Summa	6167	—	887,45	

II. Wirthschaftsgebäude.

Etagen	Quadratfläche in Quadrat-Metern	Höhe in Metern	Quantität in Cubikmetern	Material
Souterrain . .	271	0,20	54,20	Bauschutt vom Hause Nr. 16 d. Burgstrasse
Parterre . . .	324	0,10	32,40	"
I. Etage . . .	346	0,10	34,60	"
Summa	941	—	121,20	

Kessel- und Maschinenhaus.

Etagen	Quadratfläche in Quadratmetern	Höhe in Metern	Quantität in Cubikmetern	Material
I. Etage . .	43,0	0,10	4,30	Kohlenasche
II. Etage . .	36,0	0,10	3,60	„
Dach	36,0	0,10	3,60	„
Summa	115,0	—	11,50	

Wohnung des Directors.

Etagen	Quadratfläche in Quadratmetern	Höhe in Metern	Quantität in Cubikmetern	Material
Souterrain . .	165	0,20	33,0	Quarzsand
Parterre . . .	165	0,10	16,5	Kohlenasche
I. Etage . . .	165	0,10	16,5	„
Summa	498	—	66,0	

Das Gebäude enthielt somit bei einer Quadratfläche des Fehlbodens von 7721 ^{qm}, 1086 ^{cbm} Füllmasse.

Im neuen Reichs-Postgebäude zu Leipzig ist die Menge des Füllmaterials noch grösser als in der Irrenanstalt, obgleich der Reichs-Postbau nur halb so gross, oder etwas mehr als halb so gross ist als die Irrenklinik.

Quadratfläche, Höhe und Quantität der Fehlbodenmasse im neuen Reichs-Postgebäude zu Leipzig.

Etagen	Fussbodenfläche in Quadratmetern	Durchschnittliche Höhe des Fehlbodens in Metern	Gesammtquantität der Füllmasse in Cubikmetern	Material
I. Geschoss (Erdgeschoss)	1446,13	0,30	351,34	Sand und Kies
II. Geschoss .	1494,94	0,30	430,78	Kohlenasche etc.
III. Geschoss .	1490,35	0,30	415,02	„
IV. Geschoss .	561,74	0,10	38,95	„
Summa	4993,16	—	1236,09	

Von der Gesammtmasse des Fehlbodens wurden für das Erdgeschoss 22,50 ^{cbm} Lagerholz, für das 2. Geschoss 24,75 ^{cbm}, für das 3. Geschoss 32,08 ^{cbm} und für das 4. Geschoss 17,22 ^{cbm} Balkenholz

in Abzug gebracht. Das erste, zweite und dritte Geschoss sind sämmtlich unterwölbt, das 4. Geschoss dagegen besitzt einen gewöhnlichen Fehlboden mit Brettereinschub.

In den einzelnen Sälen des neuen Postgebäudes zu Leipzig sind somit rund 1200^{cbm} Füllmasse oder 600 grosse Wagenladungen voll Sand und Kohlenasche vertheilt.

In der Irrenanstalt treffen pro Quadratmeter 0,141^{cbm}, im Postgebäude dagegen 0,242^{cbm} Fehlbodenfüllung.

Um die Bodenmasse, welche im Zwischenboden der einzelnen Zimmer und Säle der Irrenanstalt vertheilt sind, zu fassen, würde ein Gebäude mit 3 Stockwerken, 12 Zimmern, von denen jedes eine Quadratfläche von 25^{qm} und eine Höhe von 3½^{m} hätte, noch nicht einmal ausreichend sein, auch wenn man alle 12 Zimmer vom Fussboden bis zur Zimmerdecke hinauf mit Erdboden vollfüllen würde. Die Quantität des Fehlbodens ist allein schon in hygienischer Beziehung von Wichtigkeit; denn sowohl der Wechsel in der Durchfeuchtung und die absolute Grösse derselben, als auch die Gleichmässigkeit und der schnellere oder langsamere Wechsel der Durchwärmung, sowie die Amplitude der Temperaturschwankungen werden vornehmlich von der Menge des Füllmaterials abhängig sein und durch sie modificirt werden.

III. Probeentnahme und Methode der chemischen Untersuchung des Fehlbodens.

Soll das Ergebniss von hygienischen Bodenuntersuchungen jederzeit und für Jedermann verwerthbar bleiben und mit Untersuchungen, welche von Anderen ausgeführt werden, vergleichbar sein, so ist es unerlässlich, die Probeentnahme und die Methode der Analyse ausführlich, detaillirt und so genau zu beschreiben, dass der Leser so orientirt wird, wie wenn er selber Zeuge der Untersuchung gewesen wäre.

1. Methode der Probeentnahme.

Wir verfolgten zunächst die Absicht, die Gesammtmenge der verunreinigenden Stoffe mit besonderer Rücksicht auf solche, welche für niedere Pilze geeignete Nährstoffe sind, im Fehlboden ver-

schiedener Gebäude von bestimmter Grösse zu ermitteln und zwar sowohl in Neubauten, als in bewohnten Häusern.

Weiter unten, gelegentlich der Besprechung der Analysenergebnisse soll die mathematische Methode ausführlich erörtert werden, nach welcher sich die Anzahl der Proben, die gesammelt und analysirt werden müssen, ermitteln lässt, um ein, den Anforderungen des Calcüls entsprechendes, sicheres Resultat zu erzielen.

Hier sei nur erwähnt, dass bei der Probeentnahme, an zahlreichen Stellen eines jeden Zimmers, je eine 20^{qcm} grosse Fläche mit dem Spaten umstochen und in der ganzen Tiefe der Füllung ausgehoben wurde.

In den Neubauten werden die Proben genommen, wenn die Fehlbodenmasse in den einzelnen Zimmern eingefüllt, und bevor die Fussbodenbretter verlegt sind. Aus bewohnten Gebäuden kann man nur gelegentlich des Hausabbruches die genügende Anzahl von Proben zur Analyse erhalten.

Beim Aufreissen der Fussbodenbretter war ich stets zugegen und entnahm die Proben, nachdem die ganze Fläche des Fehlbodens blosgelegt war.

Die einzelnen Bodenproben wurden in Kästchen, die mit einem Schieber verschliessbar sind und einen Inhalt von mehreren Litern haben, übergefüllt und sofort analysirt.

2. Methode der Analyse.

Die im hiesigen hygienischen Institut gebräuchliche Art der chemischen Bodenanalyse weicht von den sonst üblichen Untersuchungsmethoden nicht unwesentlich ab, weshalb ich mir hierüber einige Bemerkungen gestatte.

Da sich der Wassergehalt des Bodens beim Liegen im Laboratorium ändert, so musste sofort nach der Probeentnahme die Wasserbestimmung ausgeführt werden, in Folge dessen sich oft gleichzeitig 30 bis 50 Proben im Trockenschrank befanden.

Je nach der Struktur des Bodens wurden wenigstens 200 bis 500^{g}, bei grobkörnigem Material eine noch grössere Quantität, in einem grossen mit continuirlichem Dampfbade über Kohlenfeuerung versehenen Trockenschrank bei 100° C. solange getrocknet bis die

in Intervallen von 6 Stunden vorgenommenen wiederholten Wägungen einen constanten Werth für die Gewichtsabnahme ergaben.

Gewöhnlich pflegt man bei der chemischen Bodenuntersuchung die grösseren Steine mit Wasser abzuspülen und die kleineren zu schlämmen, um nach Entfernung beider den wässrigen Auszug und den Schlamm eigens zu untersuchen[1]), oder man separirt die einzelnen Körnergrössen mittels des Knop'schen Siebsatzes und untersucht nur die Feinerde[2]).

Nach diesen Methoden ist es nicht möglich den wahren Ausdruck der chemischen Bodenbeschaffenheit zu erhalten und vorzugsweise die erstere ist mit vielen Fehlerquellen behaftet.

Besonders wenn der Schlamm noch grobe Sandkörner enthält, müssen beim Abwägen der für die Stickstoffbestimmung, den Glühverlust etc. nothwendigen Proben, unvermeidlich Fehler gemacht werden.

Nur wenn die zu analysirende Substanz in feinsten Staub übergeführt wird, können exacte Werthe gewonnen werden.

Ritthausen und neuerdings Gruber haben gezeigt, dass z. B. bei der Stickstoffbestimmung des Fleisches Fehler bis zu 9% entstehen, wenn man versäumt diese wichtige Bedingung zu erfüllen.

Andererseits gehen im Wasserauszug Zersetzungen vor sich, die uncontrolirbar sind und in Folge deren die Bestimmung der organischen Stoffe, der Salpetersäure und des Ammoniaks unrichtige und unbrauchbare Werthe ergibt.

Behufs genauer Gesammtanalyse ist es daher nothwendig, die aus 3 bis 5 Litern bestehende Bodenprobe innig zu mischen und von dem Gemisch ca. 1000^g, (je nach der physikalischen Beschaffenheit mehr oder weniger) im Stahlmörser zu zerstossen bis die staubartige Masse durch ein feinstes Haarsieb hindurch geht. Von diesem homogenen, feinsten Pulver werden, nachdem man dasselbe gehörig gemischt hat, die einzelnen Portionen zur Analyse abgewogen und zwar:

---

1) Vgl. Dr. Gustav Wolffhügel, Ueber die Verunreinigung des Bodens durch Strassenkanäle und Abortgruben (München 1878) S. 6.

2) Vgl. C. Flügge, Lehrb. d. hygienischen Untersuchungsmethoden (Leipzig 1881) S. 197.

50 g zur Wasserbestimmung;
10 bis 15 g zur Bestimmung des Glühverlustes und der anorganischen Bestandtheile;
10 bis 20 g zur Bestimmung des Stickstoffes;
20 bis 30 g zur Bereitung des Aether- und Alkoholauszugs;
100 g zur Bestimmung der Gesammtmenge der in kaltem destillirtem Wasser löslichen Stoffe und speciell des ClNa und der NO_5.

Die sichersten Anhaltspunkte zur Beurtheilung des Grades der Bodenverunreinigung gibt die Bestimmung des Chlornatriumgehaltes.

Die organischen Stoffe sind einer beständigen Umsetzung unterworfen. Dieselben werden sowohl durch die Lebensthätigkeit niederer Organismen, als auch durch einfache Oxydationsprocesse in niedere organische Verbindungen zerlegt, welche entweder als Gase in die Luft entweichen oder schliesslich im Boden in einfache anorganische Stoffe wie NH_3 und NO_5 übergehen.

Das Ammoniak kann durch Schizomyceten, die Salpetersäure durch Schimmelpilze, denen sie als Nahrungsstoff dient, consumirt werden. Dagegen bleibt alles Kochsalz, welches in den Fehlboden gelangt, in diesem unverändert zurück.

Die Bestimmung des Glühverlustes ist immerhin noch der einfachste Weg um die Gesammtmenge der organischen Stoffe wenigstens approximativ festzustellen.

Die Methode von Frankland und Armstrong, die Bestimmung des Albuminoid-Ammoniaks, die Chamäleonprobe und das Fleck'sche Verfahren leisten nicht mehr und sind alle umständlicher und aus schon erwähnten Gründen bei der Bodenanalyse unbrauchbar. Von besonderer Wichtigkeit ist die Bestimmung des Stickstoffs, weil die stickstoffhaltigen organischen Stoffe als Nährmaterial für Spaltpilze dienen. In dem gleichen Umstande ist der Werth der Ammoniakbestimmung begründet, denn wir wissen, dass auch ein von stickstoffhaltigen organischen Stoffen freier Boden als Nährmedium für Spaltpilze geeignet ist, falls nur höhere Kohlenstoff-Verbindungen und Ammoniak zugegen sind.

Die quantitative Ermittelung der in Aether und Alkohol löslichen Stoffe wurde deshalb in den Untersuchungsplan aufgenommen, weil Voruntersuchungen ergeben hatten, dass reiner Boden, wie er zur Fehlbodenfüllung verwendet wird, ganz oder nahezu ganz frei von durch Aether und Alkohol extrahirbaren Verbindungen ist, während ein Boden um so reicher an diesen Substanzen wird, je mehr er der Verunreinigung durch menschliche oder thierische Abfallstoffe ausgesetzt war.

Der Alkoholextract besteht aus Gallen- und Harnfarbstoffen, Fäulnissalkaloiden, kurz aus N haltigen organischen Zersetzungsproducten. Die Quantität desselben und diejenige der Nitrate gestattet uns, wie wir später auseinandersetzen werden, gleichsam einen Einblick in die Geschichte des untersuchten Bodens.

Das Fehlen oder Vorhandensein der Nitrate und ihre Menge gibt uns ausserdem Aufschlüsse über biologische Vorgänge im Boden, besonders darüber, ob sich in demselben Spaltpilzbildung oder Schimmelwucherung etablirt hat.

Zur Wasserbestimmung der gestossenen lufttrockenen Probe wird die oben angegebene Quantität, am besten in ca. 77 ^{ccm} fassenden mit Glasdeckel verschliessbaren Gläsern, bei 100° C. getrocknet.

Da diese Bestimmung der Berechnung der Resultate auf trockenen Boden zu Grunde gelegt wird, so ist dieselbe mit grösster Genauigkeit auszuführen.

Die Bestimmung des Glühverlustes ergab, wie die folgenden Tabellen zeigen, sehr gut verwerthbare Zahlen und die Controlbestimmungen genau übereinstimmende Werthe. Dieses günstige Resultat ist darin begründet, dass als Füllmaterial in hiesiger Gegend der in der Umgebung Leipzigs in mächtigen Schichten vorkommende Quarzsand verwendet wird. Die Behauptung, dass es unmöglich sei, aus der durch den Glühverlust bedingten Gewichtsabnahme einen Rückschluss auf die Menge der organischen Substanzen zu ziehen, ist in ihrer Allgemeinheit unbegründet.

Ob man aus dem Glühverlust die Menge der organischen Stoffe mit einer für hygienische Zwecke genügenden Genauigkeit ermitteln kann, das hängt wesentlich von der Bodenart ab.

Bei Bodensorten, welche viel Kalk enthalten, wie z. B. bei der Münchener, liefert die Bestimmung des Glühverlustes schon in reinem Boden sehr differente Werthe, selbst wenn die Proben von einem engbegrenzten Terrain genommen werden.

Bei Quarzboden, mit dem wir es hier zu thun hatten, geht dagegen die Elevationscurve für den Gehalt an Stickstoff, mit derjenigen des Glühverlustes ziemlich parallel. Gewöhnlich pflegt man den geglühten Rückstand mit kohlensaurem Ammoniak zu befeuchten, um die CO_2 der Erden wieder zu ersetzen und nochmals auf 180° C. zu erwärmen, um das überschüssige kohlensaure NH_3 zu verflüchtigen. Dadurch werden aber auch Nitrate, Chloride und Sulfate der Alkalien und Erdalkalien in kohlensaure Salze verwandelt, was eine erhebliche Gewichtsveränderung des Glührückstandes zur Folge hat[1]), so dass man durch das Befeuchten mit kohlensaurem Ammoniak einen Fehler einführt, der grösser ist als derjenige den man vermeiden will.

Dies gilt besonders für Quarzboden, weshalb ich es unterlassen habe den Glührückstand mit kohlensaurem Ammoniak zu behandeln. Die Stickstoffbestimmung wurde nach der Will-Varrentrapp'schen Methode unter Anwendung titrirter Schwefelsäure ausgeführt.

Die Genauigkeit und Brauchbarkeit der Methode bei Bodenanalysen erhellt aus den folgenden Zahlen, welche ich gelegentlich einer Versuchsreihe über die Einwirkung des Flussbodens auf verunreinigte Wasserläufe, anstellte.

Flussboden aus der Isar, über welchen in verschiedenem Grade mit Kanaljauche verunreinigtes Wasser geflossen war, enthielt:

nach Dumas	nach Will-Varrentrapp
0,0301 %	0,0298 %
0,2124	0,2100
0,3561	0,3501

Controlbestimmungen bei der Fehlbodenanalyse ergaben folgende Werthe:

I. Bestimmung	II. Bestimmung	Differenz
0,556 %	0,553 %	0,003 %
0,392	0,398	0,006

1) Vergleiche hierüber C. Flügge a. a. O. S. 237.

I. Bestimmung	II. Bestimmung	Differenz
0,153 %	0,156 %	0,003 %
0,075	0,079	0,004
0,082	0,077	0,005
0,132	0,130	0,002
0,238	0,231	0,007
0,030	0,029	0,001

So oft bei der Controlanalyse eine grössere Differenz als 0,015% sich herausstellte, wurde eine neue Bestimmung gemacht, im anderen Falle war das Mittel der beiden ersten Bestimmungen gültig.

Nur bei sehr stark verunreinigtem Boden, bei der Untersuchung von Schmutz, welcher sich in den Fugen zwischen den Fussbodenbrettern ansammelt u. dgl., gehen die Controlbestimmungen etwas weiter auseinander. Der Grund liegt in der Färbung, welche die Verbrennungsproducte in der Schwefelsäure hervorbringen, wodurch die Endreaction undeutlich wird. In solchen seltenen Fällen muss man das NH_3 als Platinsalmiak gewichtsanalytisch bestimmen.

Zur Bestimmung der in Wasser löslichen Bestandtheile wurden ca. 100^g des oben erwähnten bei 100° C. getrockneten staubartigen Bodenpulvers mit 300^{ccm} kalten destillirten Wassers während 2 Tagen häufig geschüttelt. In 100^{ccm} des Filtrates wurde, durch Abdampfen und Trocknen bei 100° C., die Gesammtmenge der gelösten Stoffe, in 100^{ccm} das Kochsalz durch Titriren mit Silberlösung und in 25^{ccm} die Salpetersäure mittels Indigo maassanalytisch bestimmt.

Die Bereitung des Aether- und Alkoholextractes geschah nach der gewöhnlichen Weise und bedarf daher keiner Beschreibung. Beide zusammen geben die Summe der Extracte, da der Alkoholauszug aus der vorher mit Äther entfetteten Substanz hergestellt wurde.

Die Bestimmung des Ammoniak wurde nach der Methode von Schlösing ausgeführt und zwar in einer frischen, vorher nicht getrockneten Bodenprobe, deren Wassergehalt aus einer Vergleichsprobe bekannt ist. Man hat behauptet, dass die im Boden vorhandenen Ammoniakmengen so gering seien, dass sie überhaupt kein hygienisches Interesse böten und auch nicht mit

Genauigkeit bestimmt werden könnten. Beides ist unrichtig. Die Methode liefert sehr befriedigende Resultate, wenn man die genügende Menge Boden zur Untersuchung verwendet, nämlich 200 bis 300g. Diese Quantität wird mit 150 resp. 225ccm concentrirter reiner Natronlauge übergossen, mit der zur Absorption des NH^3 bestimmten Schwefelsäurelösung unter eine luftdicht schliessende Glasglocke gebracht, und die Säure nach 48 Stunden titrirt.

3. Berechnung der Analysenresultate auf ein bestimmtes Bodenvolumen.

Gewöhnlich gibt man das Resultat der Analyse in Gewichtsprocenten an.

Fleck[1]) berechnete bei seinen Untersuchungen über den Dresdener Stadtboden die einzelnen Bestandtheile auf 100g frischen, feuchten Boden, Fodor[2]) bei seinen Analysen des Bodens der Stadt Pest auf 1000g bei 110 bis 120° C. getrockneter Erde.

Flügge[3]), welcher im Boden von Berlin und Leipzig den Glühverlust und Stickstoff bestimmte, verfährt wie Fodor, versäumt aber anzugeben, ob sich seine Resultate auf frischen oder auf getrockneten Boden beziehen.

Wolffhügel[4]) nahm ein bestimmtes Volumen von der Consistenz des gewaschenen Erdreichs in Untersuchung und berechnete die Resultate auf Kilogramm pro Cubikmeter, wobei er aber das Gewicht des Bodenvolumens nicht ermittelte und die Volumbestimmung mit Vernachlässigung des Wassergehaltes ausführte. Da nun das specifische Gewicht, das Porenvolumen etc. ein verschiedenes ist, so vermitteln die Angaben in Gewichtsprocenten nicht die richtige Vorstellung von der Menge einzelner Bestandtheile, die bei bestimmten Raum- und Flächenverhältnissen vorkommen.

---

1) Fünfter Jahresber. des Landes-Medicinalcollegiums über das Medicinalwesen im Königreich Sachsen (Dresden 1875) S. 152 etc.

2) v. Fodor, Das gesunde Haus (Braunschweig 1878) S. 20.

3) Dr. C. Flügge, Beiträge zur Hygiene (Leipzig 1879) S. 87.

4) Dr. Gustav Wolffhügel, Ueber die Verunreinigung des Bodens durch Strassenkanäle und Abortgruben (München 1875) S. 6 u. 7.

Aus diesen Gründen wird im Hygienischen Institut zu Leipzig die Zusammensetzung des Bodens jedesmal auf das Volumen berechnet, welches derselbe in seinen natürlichen Lagerungsverhältnissen einnimmt.

Als Einheit nimmt Herr Prof. Dr. F. Hofmann bei Erdproben aus dem städtischen Untergrund stets das Volumen eines Cubikmeters in festgestampftem Zustande an.

Bei den Proben aus dem Fehlboden, welcher bekanntlich nur locker in die Fehlbodenfelder eingefüllt wird, wurde deshalb von mir, um den thatsächlichen Verhältnissen gleichzukommen, das Volumen des Fehlbodens in diesem Zustande bestimmt, hiernach das absolute Gewicht desselben ermittelt und aus den Werthen, welche die gewichtsanalytische Untersuchung ergab, die Menge der einzelnen Bestandtheile auf Kilogramme pro Cubikmeter berechnet.

Unter diesen Umständen lässt sich nun leicht nach den Tabellen, welche die Analysenresultate enthalten, und dem aus der Grundfläche und Fehlbodenhöhe der Wohnräume berechneten Gesammtvolumen der Fehlbodenausfälle die Totalquantität der im Fehlboden der einzelnen Zimmer und Häuser enthaltenen verunreinigenden Stoffe, einfach durch Multiplication ermitteln. Damit man jederzeit die folgenden Zahlen mit den Ergebnissen anderweitiger Bodenanalysen vergleichen könne, theile ich auch die procentige Zusammensetzung der untersuchten Bodenproben mit.

Von der mikroskopischen Bodenbeobachtung haben wir Abstand genommen, weil die Methoden derselben noch nicht genügend ausgearbeitet und geprüft sind und unsere Zeit es nicht zuliess, Voruntersuchungen über den Werth der in Vorschlag gebrachten Untersuchungsmethoden anzustellen. Um so mehr Sorgfalt verwendeten wir auf die Ermittelung der Bedingungen, welche in den Gebäuden der Spaltpilzbildung günstig sind.

Mit v. Pettenkofer[1]) versprechen wir uns von der hygienischen Untersuchung des Substrates mehr Erfolg als von der Pilz-

1) Ueber Cholera und deren Beziehung zur parasitären Lehre von Max v. Pettenkofer (Aerztl. Intelligenzblatt Jahrg. 1880) und: Zur Aetiologie der Infectionskrankheiten (München 1881) S. 333.

suche gewöhnlichen Genre's. „Es sind, sagt v. Pettenkofer[1]), erst die Bedingungen zu ermitteln, unter welchen ein Boden siechhaft oder siechfrei ist. Wenn dabei auch die Spaltpilze die Hauptrolle spielen, so ist ihre Gegenwart allein doch nicht das Entscheidende, denn Spaltpilze finden sich in jedem Boden und in jedem Hause, nicht bloss auf Choleraboden und in Cholerahäusern, es müssen daher entweder besondere Spaltpilze oder besonders modificirte sein. Wenn die Ursache in einer gewissen Accommodation der Spaltpilze an ihre Umgebung, sozusagen an verschiedene Nährlösungen liegt, so müssen diese Bedingungen im Boden, **im Hause**, aufgesucht und klar gelegt werden.

Für den Cholerakeim muss gefunden werden, was sein locales Substrat, seine Nährlösung oder sein Wirth ist, und das lässt sich sogar früher finden, wenn der specifische Cholerakeim uns auch noch länger unbekannt bleiben sollte, gleichwie man den Zucker im Traubenmoste, in der Bierwürze, früher als nothwendiges Substrat für die alkoholische Gärung gefunden hat, ehe man die Rolle des Hefepilzes erkannte."

IV. Chemische Beschaffenheit von reinem Füllmaterial für Zwischendecken.

Bei der Probeentnahme in Neubauten, sowie in älteren Gebäuden Leipzigs, fand ich vornehmlich drei Arten von Füllmaterial des Fehlbodens, nämlich:

1. eisenschüssigen Diluvialkies und Sand,
2. Backstein und Mörtelstücke, resp. Bauschutt,
3. Kohlenschlacken oder feiner vertheilte Kohlenasche.

Es lag vor allem daran festzustellen, welche chemische Beschaffenheit diese Materialien in reinem Zustande haben.

Die Resultate dieser Analysen dienen als Norm, nach welcher die durch häusliche Abfallstoffe influirten Proben aus dem Fehlboden bewohnter Gebäude beurtheilt werden.

Der eisenschüssige Diluvialkies, wie er in Leipzig zur Fehlbodenfüllung und als Auffüllmasse für Strassen etc. aus grossen

1) a. a. O. S. 347.

Sandgruben beschafft wird, wurde aus einer solchen in der Nähe des Napoleonsteins ausserhalb des städtischen Weichbildes gelegenen Grube, aus einer Tiefe von mehreren Metern genommen.

Backsteine resp. Maschinenziegelsteine und Mörtel stammten von einer Mauer, welche vor 3 Jahren aufgeführt und bis heute vor jeder Verunreinigung geschützt war.

Die Kohlenschlacken wurden aus der städtischen Gasanstalt bezogen, welche dieses Material, soweit der während des Winters angesammelte Vorrath reicht, zu 6 Mark pro Fuhre an Bauunternehmer abgibt.

Tabelle I.

Reines Ausfüllmaterial.

1 Cubikmeter enthält Kilogramme:

Material	Gewicht von 1 cbm trock. Boden	Glühverlust	Stickstoff	Aether-extract	Alkohol-extract	Wasser-extract	ClNa	NO_5	NH_3
Sand u. Kies .	1549	1,50	0,00	0,00	0,15	1,12	0,00	0,00	0,00
Backsteine .	958	0,81	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00
Mörtel . . .	1450	—	0,00	—	—	6,86	0,00	0,00	0,00
Kohlenschlacken .	889	—	2,42	0,59	0,59	23,39	1,76	0,00	0,001
Kohlenschlacken .	832	—	1,42	0,32	0,32	7,66	0,16	0,00	0,0014

Die Beurtheilung der Verunreinigung des Fehlbodens in bewohnten Gebäuden durch den Vergleich mit dem physikalisch gleichartigen reinen Boden fällt um so leichter und die Differenzen treten um so prägnanter hervor, als sowohl der reine diluviale Sand und Kies, wie er sich in Leipzigs Umgegend in mächtigen Schichten findet, sowie Backsteine und Mörtel, falls letzterer mit reinem Wasser bereitet wurde, frei sind von Stickstoff, Kochsalz und Salpetersäure.

Dagegen kann Kohlenschlacke, welche in früheren Zeiten selten, jetzt aber häufiger zur Fehlbodenfüllung in hiesiger Stadt verwendet wird, auch in reinem Zustande bis zu 2,5 g Stickstoff und bis 2 g Chlornatrium pro Liter enthalten.

Dieser Umstand muss in Betracht gezogen werden, wenn der zu untersuchende Fehlboden bewohnter Gebäude aus Kohlenschlacken besteht, oder wenn Kohlenschlacken zur Deckenfüllung in Neubauten in Aussicht genommen sind und vorher auf eine etwaige Verunreinigung durch excrementielle oder häusliche Abfallstoffe untersucht werden sollen.

In diesen Fällen wird man der hygienischen Beurtheilung zweckmässiger den Ammoniakgehalt und den Alkoholextract zu Grunde legen, insofern der erstere in reiner Schlacke 0,0015 und der letztere 0,6 pro Liter nicht übersteigt.

Je mehr die Fehlbodenproben aus Neubauten oder alten Häusern in ihrer chemischen Zusammensetzung, besonders im Gehalt an Stickstoff, an in Wasser löslichen Stoffen und an Kochsalz von der ihnen in Bezug auf physikalische Beschaffenheit gleichen Normalprobe abweichen, um so bedeutender sind dieselben durch die Hauswirthschaft verunreinigt, und es haben um so ausgedehntere Zersetzungsvorgänge in diesem Bodenmaterial früher stattgefunden, je mehr der Gehalt an Nitraten und der Alkoholextract denjenigen der entsprechenden Normalprobe übertrifft.

Von diesen Gesichtspunkten aus sind die folgenden Tabellen zu beurtheilen.

V. Resultat der chemischen Analyse von Fehlbodenproben aus Neubauten.

Als wir an die Untersuchung des Fehlbodens in Neubauten herangingen, hofften wir durch die Analyse dieses Materials die Zusammensetzung reiner Füllerde und damit ein Vergleichsobject, eine Norm zu erhalten, welche als Maassstab bei Beurtheilung der Verunreinigung des Fehlbodens in bewohnten Gebäuden dienen sollten.

In dieser Erwartung sahen wir uns aber von Grund aus getäuscht. Die Analyse ergab, dass auch nicht in einem einzigen der zahlreichen, untersuchten Neubauten reine Füllerde zur Verwendung kam, dass vielmehr die meisten Proben in ganz exorbitantem Maasse mit

excrementiellen und anderen faulenden animalischen und vegetabilischen Abfällen verunreinigt waren.

Die zur Analyse bestimmten Proben wurden stets, um Zufälligkeiten auszuschliessen, aus verschiedenen Zimmern des Neubaues von mir eigenhändig genommen.

Für den Neubau am Windmühlenweg habe ich die Analysenresultate für die einzelnen, aus verschiedenen Sälen desselben Gebäudes genommenen Proben (in Tab. II. Nr. 5, 6, 7 und 8), beispielsweise mitgetheilt.

Ich unterlasse es, die grosse Reihe von Einzeluntersuchungen, die ich ausführte und die sich auf Füllmaterial von Privatgebäuden, öffentlichen Bauten und Krankenanstalten beziehen, hier wiederzugeben und beschränke mich darauf, einige prägnante Beispiele anzuführen.

Da in vielen Neubauten, wie schon erwähnt, sehr schlechtes Material vorgefunden wurde, dessen Anhäufung in den Wohnräumen entschieden zu missbilligen ist, so verzichte ich darauf, um dem Vorwurf der Denunciation zu entgehen, die einzelnen Häuser mit Namen zu nennen. Für die wissenschaftliche Betrachtung ist die Bezeichnung des einzelnen Hauses ohnedies irrelevant. Ich bin übrigens bereit hierüber privatim nähere Mittheilung zu machen, falls Jemand begründetes Interesse daran hat zu erfahren, welches die untersuchten Häuser waren (s. Tab. II S. 277).

Der Beurtheilung dieser Zahlen sind diejenigen der Tab. I S. 274 welche die Beschaffenheit des entsprechenden reinen Füllmaterials charakterisirt, zu Grunde zu legen.

Während die beiden ersten Proben aus den Häusern der Arndtstrasse und demjenigen des Brandvorwerkes unzweifelhaft, aber in geringerem Grade durch animalische Abfallstoffe influirt waren, legitimiren sich die Proben 3 und 4 zwar als stark verunreinigt, aber man vermag doch nicht aus den Zahlen herauszulesen, welch' schlimme Zustände sie schildern sollen.

Das Material, welches in diesen beiden Häusern (Hospitalstrasse und Brandweg in Leipzig) zur Fehlbodenfüllung benutzt wurde, bestand vorwiegend aus Asche und schmutzigem Sande, enthielt

Tabelle II.

Fehlbodenfüllmaterial aus Neubauten.

1cbm Füllmaterial enthält Kilogramme:

Nr.	Gebäude	Gewicht von 1cm trockenem Boden in Kg.	Aschen-bestandtheile	Glühverlust	Stickstoff	Aether-extract	Alkohol-extract	Wasser-extract	Chlornatrium	Salpetersäure	Ammoniak	Bodenart
1	Arndtstrasse . .	1527	1500,80	26,20	1,04	1,36	0,93	4,61	0,93	0,03	0,008	lehmiger Sand
2	Brandvorwerk .	1334	1307,96	26,04	0,68	1,35	0,92	3,20	0,80	0,00	0,017	"
3	Brandweg . . .	1060	978,18	81,82	2,70	0,43	1,33	9,23	1,29	0,00	0,10	Kohlenasche, Lumpen, Haare, Knochen etc.
4	Hospitalstrasse .	773	605,66	167,34	3,48	3,04	2,42	14,63	1,70	0,00	0,22	"
5	Windmühlenweg .	1450	1386,78	63,22	1,76	1,90	1,47	7,54	1,77	0,00	0,104	Bauschutt und Fehlboden aus dem alten Taubstummeninstitut
6	"	1450	1328,30	121,70	1,13	1,18	0,96	7,42	1,24	0,02	0,09	"
7	"	1450	1421,43	28,57	0,55	0,87	0,86	5,39	0,28	0,10	0,043	"
8	"	1450	1413,07	36,93	0,44	0,31	0,41	3,54	0,26	0,00	0,07	"

100g trockenes Füllmaterial enthielt Gramme:

Nr.	Gebäude	Aschen-bestand-theile	Glüh-verlust	Stickstoff	Aether-extract	Alkohol-extract	Wasser-extract	Chlor-natrium	Salpeter-säure	Am-moniak
1	Arndtstrasse	98,280	1,720	0,068	0,089	0,061	0,302	0,061	0,002	0,00051
2	Brandvorwerk	98,048	1,952	0,051	0,101	0,069	0,240	0,060	0,000	0,00129
3	Brandweg	92,281	7,719	0,245	0,041	0,125	0,871	0,122	0,000	0,0095
4	Hospitalstrasse	78,352	21,648	0,450	0,394	0,313	1,893	0,220	0,000	0,0285
5	Windmühlenweg . . .	95,640	4,360	0,121	0,131	0,101	0,520	0,122	0,001	0,0072
6	"	91,607	8,393	0,078	0,081	0,066	0,512	0,086	0,001	0,0060
7	"	98,030	1,970	0,038	0,060	0,059	0,372	0,019	0,007	0,003
8	"	97,453	2,547	0,030	0,021	0,028	0,244	0,018	0,000	0,0050

aber auch in grosser Menge alle möglichen Hauswirthschafts-Abfälle, darunter die ekelhaftesten Dinge, wie: faulende Lumpen, faules Stroh, Holz, Papier, Kartoffelschalen und Gemüsereste, Haare, ja selbst Knochenstücke mit Bindegewewebsfetzen, und sogar Darmkothpartikel von Menschen und Thieren.

Dieses Material stammte demnach ohne Zweifel von einem städtischen Schmutzabladeplatz oder aus Asche- und Kehrichtgruben und diese letzteren hatten augenscheinlich den Inhalt von Nachtgeschirren aufgenommen, daher auch der hohe Kochsalz- und Ammoniakgehalt.

Die ganze Füllmasse, von welcher viele Wagenladungen in die beiden Neubauten transportirt wurden, war zudem stark durchfeuchtet, der Wassergehalt betrug 20 %, so dass also ²/₃ der Poren mit Wasser ausgefüllt waren.

Die organischen Abfallstoffe waren grösstentheils im Fäulnisszustande. Man kann sich eine Vorstellung von der Ueppigkeit des parasitären Lebens und von der Intensität der Zersetzungsvorgänge in der Füllmasse der einzelnen Zimmer bilden, wenn ich sage, dass das Thermometer in einem solchen neben dem Neubau im Schatten liegenden Aschehaufen auf 32° C. stieg, während die Maximaltemperatur der Luft an diesem Tage 16° C. war!

Die Temperaturerhöhung von 16 auf 32° C. war offenbar durch die von Pilzen bewirkte Spaltung hoch zusammengesetzter organischer Verbindungen erzeugt.

Jedes Gebäude wird gewissermassen zu einem Cultur- und Treibhaus für niedere Organismen, wenn man in der erwähnten Weise den Schmutz, der sich seit Jahr und Tag in Haus und Hof angesammelt hat, aus den Kehrichtgruben in 10 bis 50 cm hoher Lage über die ganze Fläche des Zimmers hin vertheilt, wo er einer abwechselnden Durchfeuchtung und Austrocknung, einer künstlichen, äusserst vortheilhaften Durchwärmung und der weiteren Verunreinigung fortdauernd ausgesetzt ist.

Dass dieser Brauch kein bloss localer ist, dass er auch in anderen Städten in ausgedehnter Weise gehandhabt wird, dass er überhaupt weite Verbreitung gefunden hat, daran ist nicht zu zweifeln, denn sein Motiv ist nicht etwa Unkenntniss oder Indifferentismus gegen sanitäre Anforderungen, sein Motiv ist die Gewinnsucht

und dieses neuerdings zur Tugend erhobene Laster treibt seine Früchte in der ganzen civilisirten Welt.

Ich bin im Besitz zahlreicher Beweise für diese Behauptung, begnüge mich aber damit zu constatiren, dass beispielsweise auch in Würzburg der Fehlboden eines öffentlichen Gebäudes sogar einen halben Meter hoch mit Füllmasse von ganz ähnlicher Beschaffenheit (Asche, Lumpen etc.) ausgefüllt wurde, wie jene in den beiden Leipziger Neubauten, von welchen der eine ebenfalls eine Staatsanstalt ist. Eine Wagenladung reiner Kohlenschlacken wird mit 6 Mark bezahlt und reiner Sand ist noch theurer, der Kehricht- oder Aschengrubeninhalt kostet dagegen gar nichts und da derselbe aus, dem Neubau benachbarten Häusern bezogen werden kann, so sind auch die Transportkosten geringer als beim Sande oder den Kohlenschlacken.

Ein Baulieferant, welcher anstatt reinen Sandes oder Kohlenasche den Inhalt von Kehrichtgruben verwendet, den man in jedem Hause gerne unentgeltlich abgibt, macht bei einem Gebäude von der Grösse des Neubaues in der Hospitalstrasse, dessen Fehlbodenfüllmasse mehr als 1200^{cbm} beträgt, einen Profit von mindestens 3000 Mark.

Die Menge von Nährmaterial für niedere Pilze, respective die Quantität der organischen Abfallstoffe, welche eine Füllerde, wie sie in den Neubauten der Hospitalstrasse und des Brandwegs zur Verwendung kam, enthält, ist überraschend gross.

Wir wollen versuchen ein anschauliches Bild von den Grössen, um die es sich hier handelt, zu entwerfen.

Wir sind berechtigt den Stickstoff der im Füllmaterial befindlichen organischen Stoffe auf animalisches Eiweiss zu berechnen; denn wir müssen denselben vorläufig, solange wir nichts Näheres über ihre chemische Constitution wissen, die gleiche hygienische Bedeutung beilegen, wie dem Eiweiss, da sie ja so gut wie dieses als Nährmaterial für Mikro-Organismen geeignet sind.

Nach genauen Analysen enthält eine erwachsene menschliche Leiche durchschnittlich etwa 9^{kg} trockenes Eiweiss.

Aus dem Stickstoffgehalt berechnen sich für die Gesammtmenge des Fehlbodens im Neubaue der Hospitalstrasse 27158^{kg} trockenes

Eiweiss, eine Quantität, welche 3017 oder in runder Zahl 3000 erwachsenen Menschen entspricht. Die Verunreinigung ist also ebenso stark, wie wenn 3000 erwachsene menschliche Leichen im Füllmaterial der Zwischendecken dieses Neubaues unmittelbar unter dem Fussboden begraben wären, oder mit anderen Worten, wenn man den Fehlboden dieses Gebäudes mit reinem stickstofffreiem Sande, wie er in Leipzigs Umgebung massenhaft zur Verfügung steht, ausgefüllt hätte, so könnte man sämmtliche Leichen, welche in Leipzig, einer Stadt von 180000 Einwohnern, jährlich sterben, im Fehlboden des genannten Neubaues begraben, um den Grad von Verunreinigung darin hervorzubringen, welcher gegenwärtig vorhanden ist.

Der Umstand, dass man so wenig von dieser enormen Menge faulender organischer Substanz riecht, ist einfach darin begründet, dass die organischen Stoffe feinstens zertheilt und mit Asche und Boden innig gemischt sind. Die desodorisirende Eigenschaft der Erde ist ja schon in der vorgeschichtlichen Zeit praktisch verwerthet worden, und schon Moule, der Erfinder des Erdclosets, hat gezeigt, dass 500^{g} Erde genügen, um einer menschlichen Durchschnittsentleerung den Geruch zu benehmen.

Beim Abbruch alter Gebäude kann man übrigens oft constatiren, dass der Fehlboden an feuchten Stellen Gerüche entwickelt, die denen von faulenden Thiercadavern ähnlich sind.

Hornemann[1]) sagt, unsere Privat- und öffentlichen Gebäude seien nichts anderes als eine Art übertünchter Gräber, und darin hat er, wie die oben erwähnten Thatsachen beweisen, im buchstäblichen Sinne des Wortes Recht.

Ein würdiges Pendant zur Fehlbodenfüllung des Gebäudes in der Hospitalstrasse ist diejenige des Neubaues am Windmühlenweg (Tab. II. Nr. 5, 6, 7 und 8).

Hier wurde zur Füllung der Zwischendecken Bauschutt verwendet, vom hygienischen Standpunkt das schlechteste Material,

---

1) Hygienische Abhandlungen S. 162.

welches überhaupt in Anwendung kommen kann; denn abgesehen davon, dass sich in demselben häufig Ungeziefer, Wanzen und deren Eier, unter allen Umständen menschliche Secrete und Excrete (Sputa, Koth und Harnbestandtheile) befinden, kann es auch Infectionsstoffe aus den oft Jahrhunderte alten, möglicherweise siechhaften Häusern enthalten.

Hier sei nur erwähnt, dass der Bauschutt, mit welchem die Zwischendecken des Neubaues am Windmühlenweg ausgefüllt wurden, von dem niedergerissenen Hause Nr. 16 an der Burgstrasse stammte, über welches später ausführlich berichtet wird, während in Tab. III S. 296 die Analysenresultate einer grossen Anzahl von Fehlbodenproben desselben Hauses zusammengestellt sind, die insofern auch für den Neubau am Windmühlenweg Gültigkeit haben, als die Gesammtmasse jenes Fehlbodens und mit ihr die enorme auf Seite 297 registrirte Menge von verunreinigenden Bestandtheilen in das neue Gebäude am Windmühlenweg übergeführt wurde.

Um den hohen Grad der Verunreinigung des Fehlbodens in Neubauten, soweit er durch die chemische Analyse ermittelt wurde, zu charakterisiren, stellen wir die Zahlen, welche Fleck[1]) für den Stickstoffgehalt von Bodenproben aus den Strassen Dresdens und Flügge[2]) für solche aus den Strassen Berlins erhalten hat, mit den für den Stickstoffgehalt des Fehlbodens in Neubauten ermittelten Werthen in Parallele und zwar wählen wir diejenigen Zahlen von Fleck und Flügge, welche aus der Analyse des am meisten verunreinigten Boden gewonnen wurden.

1000g Boden enthalten Stickstoff in Grammen:

I. Berliner Strassenboden		II. Dresdener Strassenboden		III. Fehlboden aus Neubauten Leipzigs	
1. Köpenickerstr. (Aufschutt)	1,77	Palmstr. . .	1,92	Hospitalstr. . .	4,50
2. Oranienstr.	1,22	Wilsdrufferstr.	1,14	Brandweg . .	2,45
3. Unterbaumstr.	1,04	Pragerstr. . .	0,85	Windmühlenweg	1,21

Sowohl diejenigen Stoffe, welche den absoluten Grad der Bodenverunreinigung anzeigen, als auch diejenigen, welche den Umfang der Zersetzungsprocesse charakterisiren, sind im Fehlboden

1) Fünfter Jahresbericht des Landes-Medicinalcollegiums über das Medicinalwesen im Königreich Sachsen (1875) S. 151 etc. (Chemische und mikroskopische Untersuchungen von Bodenproben aus städtischen Strassen).

2) Beiträge zur Hygiene (Leipzig 1879) S. 87 u. 88.

in weit grösserer Menge vorhanden, als im städtischen Strassenboden. So steht z. B. einem Alkoholextract von 0,313 % und einem Ammoniakgehalt von 0,029 % im Fehlboden (Hospitalstrasse), ein Alcoholextract von nur 0,088 % und ein Ammoniakgehalt von nur 0,004 % in einem durch eine Gerberei verunreinigten Strassenboden (Dresden, Palmstrasse) gegenüber.

Ich habe zwar genug gesagt, um die Insalubrität privater und öffentlicher Neubauten zu charakterisiren, muss aber noch eines in seinen Folgen gefährlichen Missbrauchs gedenken, welcher, obgleich offen zu Tage liegend, gleichwohl ungeahndet fortbesteht.

Sobald der Rohbau fertiggestellt ist, wird auch der Fehlboden, um dem Material Zeit zum Austrocknen zu geben, möglichst frühzeitig ausgefüllt.

Das Berohren und Verputzen der Decken, der Ausbau der Treppen, Thüren, Kamine und viele andere Arbeiten beschäftigen noch Monate hindurch eine grosse Anzahl von Leuten im Neubau. Gewohnheit und Bequemlichkeit bringen es mit sich, dass, sobald die Fehlbodenfelder ausgefüllt sind, der für die Arbeiter bestimmte Abort nur noch selten aufgesucht wird.

Die grosse Mehrzahl entleert den Harn in die Wohnräume auf die Sandschüttung der Zwischendecken. Bei der Probeentnahme in Neubauten haben wir sogar im Fehlboden eines Zimmers verscharrten Koth gefunden.

Dem Architekten oder Bauaufseher fällt es nicht ein, die Defäcation der Arbeiter zu controliren und er thut es um so weniger als er durch keinerlei gesetzliche Bestimmungen oder ortspolizeiliche Vorschriften gehalten ist, für die Salubrität des Neubaues in dieser Richtung Sorge zu tragen.

Der Effect dieses Missbrauches darf nicht unterschätzt werden. Man rechne nur was es ausmacht, wenn 50 oder 100 Arbeiter einige Monate hindurch in dieser Weise wirthschaften.

Obgleich hierdurch ca. 4000 Liter i. e. 4 ^{cbm} Harn pro Monat im Fehlboden versickern, merkt man doch nichts davon und sieht keine feuchten Stellen, denn die Oberfläche, über die Tag und Nacht die Luft hinstreicht, trocknet rasch ab, die Feuchtigkeit in den tieferen Schichten aber und die Harnbestandtheile bleiben zurück.

Fast immer ist es ein und dasselbe, etwas separat gelegene Zimmer, ein dunkler Raum, in welchem die Arbeiter ihre Nothdurft verrichten, ja schlimmer Weise eine und dieselbe Ecke des Zimmers an welcher dann die Sandschüttung durch und durch mit Harn imprägnirt wird. Durch diesen Unfug wird dafür gesorgt, dass auch die reinste Sandschüttung mit Nährmaterial für Spaltpilze in einer oder der anderen Ecke des Zimmers reichlich versehen wird, und man braucht sich unter solchen Umständen nicht zu wundern, dass auch in den scheinbar reinlichsten Neubauten Hausepidemien auftreten, und dass es gerade ein oder zwei Ecken eines Zimmers sind, von welchen die Infection ausgeht.

VI. Die Verunreinigung des Fehlbodens in bewohnten Gebäuden.

Was für den Kliniker die Obduction einer Leiche, das ist der Abbruch eines Hauses für den Hygieniker.

Wie aber der Nutzen einer Section für den Kliniker ein wesentlich grösserer ist, wenn er das Resultat derselben mit den während der Krankheit beobachteten und verzeichneten Erscheinungen vergleichen kann, so wäre es auch für uns von grossem Werthe, wenn wir auf Grund einer genauen, ins Detail gehenden Morbiditäts- und Mortalitätsstatistik die sanitäre Geschichte der einzelnen Häuser und Angaben über die Vertheilung der Krankheitsfälle in den einzelnen Etagen und Wohnräumen, zur Zeit von Epidemien, besitzen würden, um diese Angaben mit dem Ergebniss der hygienischen Fehlbodenuntersuchung in Parallele stellen zu können. So undurchführbar dies auch scheinen mag, so wird man doch nicht selten auch bei Hausepidemien unter der Civilbevölkerung, besonders wenn die Seuche viele Opfer fordert, von den Hausbesitzern die Genehmigung zur Fehlbodenuntersuchung ohne Schwierigkeit erhalten.

So wurde mir gelegentlich einer Typhus-Hausepidemie in Thonberg die Probeentnahme in einigen der ergriffenen Zimmer bereitwilligst gestattet und Butters konnte den Besitzer eines Typhushauses in Hohburg (Sachsen) zur Blosslegung der Füllung und zur Ersetzung derselben durch einen neuen Estrich bewegen. Die beste Gelegenheit aber bietet sich bei Epidemien in Kasernen, Gefängnissen, Wohlthätigkeitsanstalten u. dgl., wesshalb wir in dieser Be-

ziehung an die Militär- und Anstaltsärzte appelliren und sie dringend ersuchen den Gegenstand nicht unbeachtet zu lassen. Bevor man übrigens von epidemiologischen Untersuchungen in dieser Richtung einen Erfolg erwarten kann, wird man den Grad der Verunreinigung in einer grossen Anzahl von Häusern quantitativ feststellen müssen, man wird versuchen, über die Intensität der gewöhnlich vor sich gehenden Zersetzungsvorgänge durch die Bestimmung der gasförmigen und festen Zersetzungsprodukte einen ziffermässigen Ausdruck zu finden, kurz, man wird das Object, welches vermuthlich unter gewissen Bedingungen gesundheitsschädliche Einflüsse auf den Menschen äussert, generell studiren müssen.

In diesem Sinne haben wir zunächst den Fehlboden verschiedener Häuser untersucht, um im Allgemeinen die Grösse der Verunreinigung kennen zu lernen.

Bei dem gänzlichen Mangel an derartigen Untersuchungen war es fraglich ob überhaupt eine Verunreinigung der Füllerde unter dem Fussboden zu Stande kommt.

Nach der Praxis der Architekten zu urtheilen war man bisher der Meinung, dass die Fussbodendielung genügenden Schutz bietet und dass eine hochgradige Imprägnirung nicht eintritt. Die besten Lehrbücher des Hochbaues bezeichnen nämlich einen Boden, der reich an stickstoffhaltigen organischen Stoffen ist, als unbrauchbar zur Fehlbodenfüllung, weil derselbe die Entstehung des Hausschwammes begünstige, sie empfehlen aber den Bauschutt, der zum grossen Theil aus dem Fehlboden des niedergerissenen Hauses besteht, als ein sehr zweckmässiges Füllmaterial, offenbar auf Grund der Voraussetzung, dass eine Verunreinigung desselben im Lauf der Zeit nicht stattgefunden hatte. Die Analysen des Fehlbodens lieferten nun aber den Beweis, dass diese allgemein verbreitete Ansicht eine irrige ist.

Es gibt in der Natur überhaupt und selbst in der Umgebung der menschlichen Wohnstätten keinen Boden, der so stark mit stickstoffhaltigen organischen Substanzen und deren Zersetzungsprodukten verunreinigt ist, wie die Füllerde unter dem Fussboden der menschlichen Wohnräume.

Die folgende Tabelle enthält das Resultat der Analyse:

Fehlboden aus bewohnten Gebäuden von Füllerde aus bewohnten Gebäuden.

1 cbm trockener Boden enthält Kilogramme:

Ort der Probeentnahme	Gewicht von 1 cbm trockenem Boden. Kg.	Asche	Glüh-verlust	Stickstoff	Aether-extract	Alkohol-extract	Wasser-extract	Chlor-natrium	Salpeter-säure	Am-moniak	Bodenart
Augustusplatz 61/0	1495	1348,00	147,00	7,58	2,42	67,41	84,31	7,40	7,92	0,11	Sand und Kies
" andere Stelle d. Zimmers	1495	1370,07	124,93	5,83	2,99	28,39	80,12	6,31	6,65	0,12	"
" 3. Stelle des Zimmers	1495	1378,96	116,04	5,91	1,35	49,51	77,95	4,65	14,38	0,14	"
" 4. Stelle des Zimmers	1495	1374,58	120,42	5,62	3,59	53,10	74,23	5,70	7,33	0,11	"
" 5. Stelle des Zimmers	1495	1426,92	68,08	3,50	0,94	57,99	93,78	6,20	14,65	0,054	"
Peterstrasse 20/1. 1. Zimmer	1153	1013,07	139,93	4,65	3,54	8,10	35,26	8,50	0,07	0,08	Sand
" 2. Zimmer	1465	1393,55	71,45	1,92	5,11	3,11	15,02	2,27	0,04	0,029	"
" 3. Zimmer	1465	1364,37	100,63	3,55	10,62	6,12	23,66	3,62	0,10	0,070	"
" 4. Zimmer	1465	1351,97	113,03	3,44	3,34	4,70	23,66	4,00	0,07	0,132	"
Burgstrasse 16/0	1377	1312,25	64,75	2,33	0,22	26,11	34,44	8,61	7,45	0,033	Bauschutt
Burgstrasse 16/1	1429	1312,52	116,48	2,17	0,19	1,56	19,42	2,51	0,00	—	"
Burgstrasse 16/2	1104	1015,37	88,63	2,67	0,75	2,90	16,54	2,36	0,00	—	Sand mit Mörtelstücken
Burgstrasse 16/3	1496	1441,29	54,71	1,94	0,24	4,02	12,76	2,65	0,60	—	Sand und Bauschutt

100 g trockenes Füllmaterial enthalten Gramme:

Ort der Probeentnahme	Asche	Glüh-verlust	Stick-stoff	Aether-extract	Alkohol-extract	Wasser-extract	Chlor-natrium	Sal-peter-säure	Am-moniak	Bodenart
Augustusplatz 61/0. 1. Stelle des Zimmers	90,16	9,84	0,507	0,162	4,509	5,640	0,495	0,530	0,0071	Sand und Kies
" 2. Stelle des Zimmers	91,643	8,357	0,390	0,200	1,899	5,359	0,422	0,445	0,0080	"
" 3. Stelle des Zimmers	92,238	7,762	0,395	0,090	3,312	5,214	0,311	0,962	0,0095	"
" 4. Stelle des Zimmers	91,945	8,055	0,376	0,242	3,552	4,965	0,381	0,490	0,0073	"
" 5. Stelle des Zimmers	95,446	4,554	0,234	0,063	3,879	6,273	0,415	0,980	0,0036	"
Peterstrasse 20/1. 1. Zimmer	87,864	12,136	0,403	0,307	0,702	3,058	0,736	0,006	0,007	Sand
" 2. Zimmer	95,123	4,877	0,131	0,349	0,212	1,025	0,155	0,003	0,002	"
" 3. Zimmer	93,131	6,869	0,242	0,725	0,418	1,615	0,247	0,007	0,0048	"
" 4. Zimmer	92,285	7,715	0,235	0,228	0,321	1,615	0,273	0,005	0,009	"
Burgstrasse 16/0	95,298	4,702	0,169	0,016	1,896	2,501	0,625	0,541	0,0024	Bauschutt
Burgstrasse 16/1	91,849	8,151	0,152	0,013	0,109	1,359	0,176	0,000	0,0021	"
Burgstrasse 16/2	91,972	8,028	0,242	0,068	0,263	1,498	0,214	0,000	0,0079	Sand mit Mörtelstücken
Burgstrasse 16/3	96,343	3,657	0,116	0,016	0,269	0,853	0,177	0,040	0,0039	Sand und Bauschutt

Der enorme Grad der Verunreinigung des Fehlbodenmaterials aus den in der Tabelle verzeichneten Wohnhäusern lässt sich besonders gut charakterisiren, wenn wir den Gehalt an organischen Substanzen, den Stickstoff, Kochsalz, Salpetersäure etc., einerseits mit demjenigen der Normalproben und andererseits mit dem Kochsalzgehalt etc. vergleichen, welchen Wolffhügel [1]) im Boden unter Abtrittsgruben und Fleck [2]) in der Umgebung der Dresdener Schleusen gefunden hat.

Während die der Structur nach gleichen reinen Bodenarten, wie sie bei Erbauung des Hauses in den Fehlboden eingefüllt wurden, frei von organischem Stickstoff, frei von Kochsalz und Salpetersäure waren, erhebt sich der Stickstoffgehalt im Fehlboden bewohnter Gebäude auf 7,6 ^{g} pro Liter, oder auf 7,6 ^{kg} pro Cubikmeter und der Kochsalzgehalt steigt auf 8, ja sogar auf 10 ^{g} im Liter oder auf 20 Pfund pro Cubikmeter und in einem Hause der Querstrasse enthielt 1 ^{cbm} Füllerde 36 Pfund Salpetersäure! Die Bodenart im Hause Nr. 61 am Augustusplatz (resp. Grimmaischen Steinweg) zu Leipzig war grobkörniger Diluvialkies und Sand. 1000 ^{g} desselben enthalten 128 ^{g} Feinerde, 1 Liter oder 1498 ^{g} somit 191 ^{g} Feinsand und Staub.

Berechnet man die Menge der organischen Stoffe und des organischen Stickstoffs auf die Feinerde, welche ja ausschliesslich die gesammte Menge dieser Substanzen thatsächlich enthält, so ergibt sich, dass dieselbe einen Gehalt von 77 % organischen Stoffen und 4 % Stickstoff hatte. Der Stickstoffgehalt ist also noch grösser als derjenige der menschlichen Excremente. Die Feinerde des Fehlbodens bewohnter Gebäude ist somit, da sie auch reichliche Mengen von Phosphorsäure und Salzen der Alkalien enthält, ein ausgezeichnetes Dungmittel. In Rheinhessen wird nun auch thatsächlich von Alters her der Fehlboden alter Gebäude, nach dem Abbruch

1) Gustav Wolffhügel, Ueber die Verunreinigung des Bodens durch Strassenkanäle und Abortgruben (München 1875) S. 15.

2) Fleck, Chemische Untersuchungen von Bodenproben aus städtischen Strassen; fünfter Jahresbericht des Landes-Medicinalcollegiums über das Medicinalwesen im Königreich Sachsen auf die Jahre 1872 und 1873 (Dresden 1875, Verlag von Heinrich) S. 151 bis 182.

derselben, von den Landwirthen zum Düngen der Felder verwendet. Hierzu hat jedenfalls der Fäulnissgeruch, der sich aus dem Fehlboden bewohnter Gebäude, nach Entfernung der Fussbodenbretter, entwickelt, die Veranlassung gegeben. Der Untergrund der Städte überhaupt und speciell der Boden unter durchlässigen Abtrittsgruben und schlechtgebauten Schleusen, das Erdreich unter dem Pflaster verkehrsreicher Strassen, welches Tag für Tag den Harn der Pferde aufnimmt, ja selbst der Strassenkoth ist reiner als der Fehlboden bewohnter Gebäude.

So enthielt z. B. der Strassenschmutz aus Brüssel nach Untersuchungen von Petermann, der sich in sehr sorgfältiger Weise Durchschnittsproben verschaffte, nur 0,4% Stickstoff. Stellt man den Kochsalzgehalt, welchen Wolffhügel im Boden unter Abtrittsgruben gefunden hat, mit demjenigen in Parallele, welcher im Fehlboden bewohnter Gebäude vorhanden ist, so ergibt sich: dass die Kochsalzmenge im Fehlboden den Kochsalzgehalt des Bodens unter Abtrittsgruben im Mittel um das siebenfache übersteigt.

Selbst der Boden, welcher eine Pferdedüngergrube umgab und der augenscheinlich mit Jauche durchsetzt war, enthielt 12 mal weniger Chlornatrium und hatte einen tausendmal geringeren Salpetersäuregehalt, als der am meisten verunreinigte Fehlboden, und alle Deckenfüllungen aus bewohnten Gebäuden enthielten mehr Kochsalz pro Liter als der mit Jauche imprägnirte Boden dieser Pferdedüngergrube.

Aehnliche Verhältnisse bestehen in Bezug auf die Menge der organischen Substanzen, jedoch sind die Differenzen zu Ungunsten des Fehlbodens noch viel bedeutender als beim Kochsalzgehalt.

Auch die Zahlen, welche Fleck durch Untersuchung von Bodenproben aus verschiedenen Strassen Dresdens für den Gehalt an organischen Stoffen, Stickstoff, in Alkohol und Wasser löslichen Bestandtheilen gefunden hat, stehen weit, weit hinter denjenigen zurück, welche ich durch Analyse der Deckenfüllung bewohnter Gebäude gewonnen habe.

Beispielsweise enthält das Fehlbodenmaterial des Hauses Nr. 61 am Augustusplatz, 15 mal mehr organische Stoffe und hat einen 12 mal höheren Stickstoffgehalt, als die durch den Inhalt einer

undichten Schleuse imprägnirte Bodensorte aus der Priessnitzstrasse in Dresden und die Menge der in Wasser löslichen Bestandtheile ist im Fehlboden des erwähnten Hauses sogar 124 mal grösser als die Quantität der löslichen Stoffe der eben genannten notorisch sehr stark verunreinigten Bodenprobe aus der Fleck'schen Untersuchungsreihe.

Auch die Quantität der in Alkohol löslichen Bestandtheile ist ungemein viel grösser in den Deckenfüllungen, als im städtischen Untergrund.

Dies mag genügen um den Grad der Verunreinigung des Fehlbodens im Allgemeinen zu charakterisiren.

Die Gesammtquantität des im Innern der Wohnhäuser befindlichen fäulnissfähigen Materials ist, wie wir weiter unten zeigen werden, so gross, dass unter Umständen durch die Fäulniss- und Zersetzungsgase allein schon das Befinden der Bewohner alterirt werden kann.

Nachdem wir im Vorhergehenden gesehen haben, dass man schon bei der Erbauung von Wohnhäusern und öffentlichen Gebäuden die Deckenfüllungen ohne alle Rücksicht auf die Reinheit der Füllstoffe effectuirt, wird es einleuchtend sein, dass sich der Grad der Verunreinigung des Fehlbodens nicht einzig und allein nach dem Alter des Hauses richtet.

Obgleich das Haus Nr. 20 der Peterstrasse über 150 Jahre alt war, da die Erbauung desselben in das 1. oder 2. Decennium des vorigen Jahrhunderts fällt, so ist die Verunreinigung des Fehlbodens gleichwohl geringer als diejenige im Hause Nr. 61 am Augustusplatz, welches viel später erbaut wurde.

Der Grund liegt zwar zum Theil auch darin, dass der im letzterwähnten Hause untersuchte Raum ein Restaurationslokal war, welches von Gewerbtreibenden und Arbeitern stark frequentirt wurde.

Bei der mangelhaften Beschaffenheit des Fussbodens in diesem Local, welcher mit ausgegossenen Getränken stellenweise häufig überfluthet, mit Strassenkoth und Sputum beschmutzt und daher täglich gescheuert wurde, ist es erklärlich, dass die 50^{cm} hohe Schichte der Füllung in ihrer ganzen Ausdehnung stark imprägnirt war und dass an verschiedenen Stellen der 80^{qm} grossen Oberfläche

des Fehlbodens grosse Differenzen im Grade der Verunreinigung gefunden wurden.

Die Tabelle lehrt, dass eine jede Stelle des Fehlbodens ein und desselben Zimmers ihre eigene von jeder anderen unterschiedene Zusammensetzung hat und dass noch grössere Differenzen im Grade der Verunreinigung und der Zersetzungsvorgänge in den verschiedenen Zimmern bestehen.

VII. Die Verunreinigung des Fehlbodens in den verschiedenen Etagen bewohnter Gebäude.

Es war von grossem Interesse die mittlere Zusammensetzung der Füllerde in jedem einzelnen Zimmer einiger Häuser zu ermitteln, um zu entscheiden, in welchem Grade der Fehlboden der einzelnen Etagen verunreinigt ist, ob in den verschiedenen Etagen eines Hauses wesentliche Unterschiede im Grade der Imprägnirung bestehen und ob sich die einzelnen Stockwerke in verschiedenen Häusern in dieser Beziehung ähnlich verhalten, ob constant der Fehlboden einer bestimmten Etage, z. B. derjenige des Parterre stärker verunreinigt ist, als der eines anderen, z. B. des 1. oder 2. Stockwerkes.

Da die Wohnungsdichtigkeit in der 3. und 4. Etage am grössten ist und in Folge dessen mehr Wasser und andere Flüssigkeiten pro Quadratmeter verschüttet werden und im Fehlboden versickern, während vor Einführung der Wasserleitung die Wasservergeudung im Parterre am grössten war, so war a priori anzunehmen, dass im Fehlboden der genannten Etagen eine stärkere Verunreinigung vorhanden sein müsse als in der 1. oder 2. Etage.

Alle diese Gesichtspunkte, welche wir bei unseren Untersuchungen in Betracht zogen, haben epidemiologisches Interesse. Um diese Fragen in zuverlässiger Weise erledigen zu können, war es nothwendig, die mittlere Zusammensetzung des Bodens in den verschiedenen Zimmern der einzelnen Etagen möglichst genau zu ermitteln.

Von vornherein war zu erwarten, dass an den verschiedenen Stellen des Fehlbodens eines Zimmers eine grosse Verschiedenheit in der Verunreinigung des Bodens bestehen müsse.

Um die mittlere chemische Bodenbeschaffenheit eines Terrains festzustellen, pflegt man die an zahlreichen Stellen genommenen

Proben innig zu mischen und von dem Gemisch eine Probe zur Analyse zu nehmen.

Auf diese Weise kann man wohl einen approximativen Mittelwerth erhalten, aber es liegt ausserhalb aller Berechnung, in welchen Grenzen derselbe vom wahren Mittel abweicht.

Das correcteste Verfahren in unserem Falle würde darin bestehen, die gesammte Erde des Fehlbodens eines jeden Stockwerkes in einer geeigneten Maschine zu pulverisiren, innig zu mischen und von dieser Masse die Proben zur Analyse zu nehmen. Da dies unmöglich durchführbar ist und da auch die Variationen der Imprägnirung des Fehlbodens an den verschiedenen Stellen eines Zimmers hygienisches Interesse haben, so muss man, um zugleich diese und den annähernden mittleren Werth der Bodenverunreinigung zu erhalten, einen anderen Weg einschlagen.

Man nimmt eine sehr grosse Anzahl von Proben aus jedem Zimmer.

Beispielsweise wird man aus einem Zimmer von 25 qm Grundfläche, an ca. 25 gleichmässig über die Fläche vertheilten Stellen je 3 bis 5 Liter Boden beschaffen müssen.

Wie viele Proben zu analysiren sind, das kann man von vornherein nicht bestimmen.

Man untersucht zunächst eine grössere Anzahl. Entspricht das Resultat nicht der nachstehenden Anforderung, dann untersucht man weitere Proben.

Die Anzahl der Untersuchungen kann man als genügend betrachten, wenn durch die letzten Untersuchungen eine wesentliche Aenderung des arithmetischen Mittels sich nicht ergeben hat.

Ist es aus irgend einem Grunde nicht angängig, so viele Untersuchungen zu machen, als hiernach nöthig wären, dann muss man, um den Grad der Zuverlässigkeit des arithmetischen Mittels zu prüfen, die mittlere quadratische Abweichung berechnen.

Zu diesem Zwecke bestimmt man die Differenz jeder einzelnen Beobachtungsgrösse vom arithmetischen Mittel, quadrirt jede dieser Differenzen,

nimmt das arithmetische Mittel dieser Quadrate und zieht aus ihm die Quadratwurzel.

Richtiger ist es die Summe der Quadrate durch $(n-1)$ statt durch n zu dividiren, wenn n die Anzahl der Beobachtungsgrössen ist.

Nach Radicke könnte man nun die arithmetischen Mittel zweier Serien von Untersuchungen als zuverlässig ansehen, wenn die Differenz dieser arithmetischen Mittel grösser ist, als die Summe der mittleren quadratischen Abweichungen der Beobachtungen beider Serien.

Nach der Wahrscheinlichkeitslehre ist es jedoch richtiger die mittlere quadratische Abweichung der arithmetischen Mittel zu berechnen, diese mit 3 zu multipliciren und dann wie oben zu verfahren. Ist E die mittlere quadratische Abweichung einer Untersuchungsreihe, so ist die mittlere quadratische Abweichung (Fehler) des arithmetischen Mittels (Ex) dieser Beobachtungsreihe:

$$Ex = \frac{E}{\sqrt{n}},$$

wobei n die Anzahl der Untersuchungen der Reihe ist.

Dem mittleren quadratischen Fehler kann man auch die Auslegung geben, dass 68 % aller Beobachtungsgrössen kleiner sind, als die mittlere quadratische Abweichung. 99,7 % sind alsdann in 3 mal so grossen Grenzen eingeschlossen als der mittlere quadratische Fehler.

Eine weitere gültige Deutung ist die, dass in 68 von 100 Fällen der wahre Werth des arithmetischen Mittels innerhalb der Grenzen $\pm E$ von einer zufällig gewählten Beobachtungsgrösse entfernt liegt. Es ist sonach auch die Auffassung richtig, dass in 68 von 100 Fällen der wahre Werth des arithmetischen Mittels d. h. der Werth, welcher sich bei unendlich vielen Beobachtungsfällen ergeben würde, innerhalb der Grenzen $\pm Ex$ (= $\pm$ innerhalb der Grenzen des mittleren quadratischen Fehlers des arithmetischen Mittels), von dem wahrscheinlichen Werthe des arithmetischen Mittels aus n Beobachtungen entfernt liegt und dass in 997 Fällen von 1000 dieser wahre Werth des arithmetischen Mittels innerhalb der Grenzen $\pm 3\,Ex$ von dem wahrscheinlichen Werthe des arithmetischen Mittels aus n Beobachtungen entfernt ist.

Sind daher zwei Beobachtungsreihen von m und n Fällen gegeben und seien ihre (wahrscheinlichen) arithmetischen Mittel a und b, ihre mittleren quadratischen Fehler (Abweichungen) $E^{(a)}$ und $E^{(b)}$, die mittleren quadratischen Abweichungen ihrer wahrscheinlichen arithmetischen Mittel

$$\frac{E^{(a)}x}{\sqrt{m}} \text{ und } \frac{E^{(b)}x}{\sqrt{n}},$$

so ist mit einer an Gewissheit grenzenden Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass der wahre Werth des arithmetischen Mittels der ersten Reihe grösser ist, als der der zweiten, wenn

$$a - b > \left(\frac{3\,E^{(a)}x}{\sqrt{m}} + \frac{3\,E^{(b)}x}{\sqrt{n}}\right).$$

Ist z. B. das wahrscheinliche arithmetische Mittel der ersten Reihe $a = 25$, das der 2. Reihe $b = 13$; der mittlere quadratische Fehler der 1. Reihe $E^{(a)} = 6$, der der 2. Reihe $E^{(b)} = 3$, und bestehe die erste Reihe aus $m = 9$, die 2. aus $n = 4$ Beobachtungen, so ist die mittlere quadratische Abweichung (Fehler) der ersten Reihe:

$$E^{(a)}x = \frac{E^{(a)}}{\sqrt{m}} = \frac{6}{\sqrt{9}} = \frac{6}{3} = 2,$$

die der zweiten Reihe:

$$= E^{(b)}x = \frac{E^{(b)}}{\sqrt{n}} = \frac{3}{\sqrt{4}} = \frac{3}{2} = 1{,}5$$

nun ist: $a - b = 25 - 13 = 12,$

$$\frac{3\,E^{(a)}x}{\sqrt{m}} + \frac{3\,E^{(b)}x}{\sqrt{n}} = 3 \cdot 2 + 3 \cdot 1{,}5 = 6 + 4{,}5 = 10{,}5;$$

da aber $12 > 10{,}5$ ist, so kann mit einer an Gewissheit grenzenden Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass der wahre Werth des arithmetischen Mittels der 1. Reihe grösser ist, als der der zweiten.

Liegt eine genügend grosse Zahl von Beobachtungen vor, so ist allerdings die Radicke'sche Methode der successiven Mittel einfacher und hinlänglich verlässig.

Insbesondere gibt sie darüber Aufschluss ob die Anzahl der Beobachtungen genügend war.

Wenn die Methode der Prüfung mittels der mittleren quadratischen Abweichung des arithmetischen Mittels, ein negatives Re-

sultat ergibt, so kann man daraus vorläufig nur schliessen, dass die Anzahl der Beobachtungen ungenügend ist, denn durch die Vermehrung der Beobachtungen kann man, da $\sqrt{m}$ im Nenner steht, den mittleren quadratischen Fehler des arithmetischen Mittels $\frac{Ex}{\sqrt{m}}$ so vermindern, dass er sich der Null nähert, d. h. dass der wahre Werth des arithmetischen Mittels mit dem wahrscheinlichen aus den (vielen) m Beobachtungen nahezu zusammenfällt.

Die wahrscheinlichen arithmetischen Mittel sind also unter diesen Bedingungen zuverlässig und es genügt ihre einfache Vergleichung, um einen gültigen Schluss zu ziehen.

Ist die Differenz der wahrscheinlichen arithmetischen Mittel zweier Beobachtungsserien mindestens so gross als die dreifache Summe der mittleren quadratischen Abweichungen dieser arithmetischen Mittel, so kann man mit Sicherheit (mindestens 99,7% Wahrscheinlichkeit) annehmen, dass das wirkliche arithmetische Mittel derjenigen Serie, welche das grössere wahrscheinliche arithmetische Mittel hatte, grösser ist, als das wirkliche arithmetische Mittel der anderen Serie (Regel I).

Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so dürfte die folgende von meinem Bruder, dem kgl. bayer. Hauptmann Otto Emmerich vorgeschlagene Regel den kürzesten Weg der Lösung der Aufgabe darstellen.

Man theilt die Differenz beider arithmetischen Mittel im Verhältniss der mittleren quadratischen Abweichungen dieser arithmetischen Mittel. Jeden der beiden Theile, oder auch nur einen derselben, dividirt man durch die zugehörige mittlere quadratische Abweichung Ex des betreffenden arithmetischen Mittels. Den erhaltenen Quotienten sucht man in einer Wahrscheinlichkeitstabelle (die für den mittleren quadratischen Fehler berechnet ist), auf und findet hier die zugehörige Wahrscheinlichkeit nach Procenten.

Diese Procentzahl wird von 100 subtrahirt, die Differenz durch 2 dividirt, der Quotient zur ursprünglich gefundenen Wahrscheinlichkeit addirt (Regel II).

Die Summe drückt die Wahrscheinlichkeit in Procenten der Gewissheit aus, mit der man das dem grösseren wahrscheinlichen arithmetischen Mittel entsprechende wirkliche arithmetische Mittel für grösser annehmen darf als das andere.

Es folgt hier die obenerwähnte Wahrscheinlichkeitstabelle.

W = Wahrscheinlichkeit.

$\frac{a}{a_{68}}=\frac{a}{E}$	*W*	$\frac{a}{a_{68}}=\frac{a}{E}$	*W*	$\frac{a}{a_{68}}=\frac{a}{E}$	*W*	$\frac{a}{a_{68}}=\frac{a}{E}$	*W*	$\frac{a}{a_{68}}=\frac{a}{E}$	*W*	$\frac{a}{a_{68}}=\frac{a}{E}$	*W*	$\frac{a}{a_{68}}=\frac{a}{E}$	*W*
0,01	0,00798	0,26	0,20514	0,51	0,38995	0,76	0,55274	1,02	0,69226	1,52	0,87148	2,05	0,95964
0,02	01596	0,27	21183	0,52	39694	0,77	55869	1,04	70165	1,54	87643	2,10	96427
0,03	02393	0,28	22052	0,53	40388	0,78	56461	1,06	71086	1,56	88123	2,15	96844
0,04	03180	0,29	22817	0,54	41080	0,79	57047	1,08	71985	1,58	88589	2,20	97219
0,05	03988	0,30	23581	0,55	41768	0,80	57629	1,10	72866	1,60	89040	2,25	97555
0,06	04785	0,31	24344	0,56	42451	0,81	58206	1,12	73728	1,62	89476	2,30	97855
0,07	05581	0,32	25103	0,57	43131	0,82	58778	1,14	74570	1,64	89900	2,35	98122
0,08	06376	0,33	25860	0,58	43808	0,83	59345	1,16	75395	1,66	90308	2,40	98359
0,09	07171	0,34	26615	0,59	44480	0,84	59908	1,18	76199	1,68	90704	2,45	98571
0,10	07966	0,35	27365	0,60	45149	0,85	60467	1,20	76986	1,70	91086	2,50	98758
0,11	08759	0,36	28114	0,61	45814	0,86	61020	1,22	77753	1,72	91456	2,55	98922
0,12	09551	0,37	28861	0,62	46474	0,87	61469	1,24	78502	1,74	91814	2,60	99068
0,13	10343	0,38	29605	0,63	47130	0,88	62114	1,26	79233	1,76	92158	2,65	99195
0,14	11134	0,39	30346	0,64	47782	0,89	62654	1,28	79944	1,78	92492	2,70	99307
0,15	11923	0,40	31083	0,65	48431	0,90	63187	1,30	80640	1,80	92813	2,75	99404
0,16	12712	0,41	31820	0,66	49076	0,91	63717	1,32	81315	1,82	93124	2,80	99489
0,17	13499	0,42	32551	0,67	49713	0,92	64243	1,34	81975	1,84	93423	2,85	99561
0,18	14285	0,43	33281	0,68	50349	0,93	64762	1,36	82616	1,86	93710	2,90	99627
0,19	15069	0,44	34007	0,69	50981	0,94	65277	1,38	83240	1,88	93989	2,95	99681
0,20	15852	0,45	34729	0,70	51607	0,95	65788	1,40	83849	1,90	94256	3,00	99728
0,21	16633	0,46	35448	0,71	52229	0,96	66294	1,42	84438	1,92	94514	—	—
0,22	17413	0,47	36164	0,72	52847	0,97	66794	1,44	85013	1,94	94762	—	—
0,23	18191	0,48	36877	0,73	53460	0,98	67291	1,46	85570	1,96	95000	—	—
0,24	18967	0,49	37585	0,74	54069	0,99	67783	1,48	86112	1,98	95229	—	—
0,25	19651	0,50	38292	0,75	54674	1,00	68268	1,50	86637	2,00	95450	—	—

Wir wollen durch ein concretes Beispiel die Anwendung obiger Grundsätze zur mathematischen Prüfung hygienischer Untersuchungsresultate auf den Grad ihrer Zuverlässigkeit erläutern. Es soll entschieden werden, mit welchem Grade von Wahrscheinlichkeit

die durch den Kochsalzgehalt charakterisirte durchschnittliche Verunreinigung der 3. Etage im Hause Nr. 16 der Burgstrasse grösser ist als die des Fehlbodens der 1. Etage.

Arithmetisches Mittel des ClNa-Gehaltes der 1. Etage . . . . $= 2$

Arithmetisches Mittel der 3. Etage . . . $= 3{,}3$

Differenz der arithmetischen Mittel . . $= 1{,}3 = d$

Mittlere quadratische Abweichung des arithmetischen Mittels der 1. Etage . $p = 0{,}196$,

der 3. Etage . . . . $v = 0{,}369$.

Es ist also $3{,}3 - 2 = 1{,}3$, im Verhältniss von $p = 0{,}196$ zu $v = 0{,}369$ zu theilen; diese Theile seien x und y. — Es ist dann:

$$\text{I.}\quad x + y = d.$$

$$\text{II.}\quad \frac{x}{y} = \frac{p}{v}, \text{ aus II. folgt:}$$

$$x = y \cdot \frac{p}{v}, \text{ in I. gesetzt:}$$

$$\frac{p}{v} \cdot y + y = d \text{ oder } py + vy = dv \ (p + v)y = dv.$$

$$\text{III.}\quad y = \frac{dv}{p + v} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 0{,}369}{0{,}196 + 0{,}369} = 0{,}849.$$

$$y = 0{,}849 \text{ in I. gesetzt:}$$

$$x + 0{,}849 = 1{,}3$$

$$x = 1{,}3 - 0{,}849 = 0{,}451. \text{ — Es ist nun:}$$

$$\left.\begin{array}{l} z = \dfrac{x}{p} = \dfrac{0{,}451}{0{,}196} = 2{,}3 \\ z' = \dfrac{0{,}849}{0{,}369} = 2{,}3 \end{array}\right\}$$ für diesen Argumentenwerth 2,3 findet man in der Wahrscheinlichkeitstabelle den Wahrscheinlichkeitswerth 97,855 %.

Die Wahrscheinlichkeit, dass das wirkliche Mittel der 3. Etage grösser ist als das der 1. ist also

$$W = 97{,}85 + \frac{100 - 97{,}85}{2} = 97{,}85 + \frac{2{,}15}{2} = 97{,}85 + 1{,}075 = 98{,}925\ \%.$$

Die folgenden Tabellen enthalten die Resultate der Analyse zahlreicher Fehlbodenproben aus den einzelnen Zimmern der Häuser Nr. 16 der Burgstrasse und Nr. 19 der Querstrasse.

Tabelle III.

Resultat der Analyse des Fehlbodens aus dem Hause Nr. 16 der Burgstrasse.

1^{cbm} Boden enthält Kilogramme:

Nr.	Stockwerk	Gewicht von 1 Liter trockenem Boden	Anorganische Stoffe	Organische Stoffe	Stickstoff der organischen Stoffe	Aetherextract	Alkohol-extract	Wasser-extract	Chlor-natrium	Salpetersäure	Ammoniak
1	Parterre	1377	1312,25	64,75	2,33	0,22	26,11	34,44	8,61	7,45	0,033
2	„	1353	1304,17	48,83	1,64	0,15	10,93	25,57	5,34	4,71	0,034
3	„	1353	1290,86	62,14	1,98	0,33	15,76	23,66	7,05	5,28	0,035
4	„	1313	1138,53	174,47	3,11	0,67	13,20	23,07	5,00	4,95	0,036
5	„	1313	1253,42	59,58	1,85	0,64	21,35	31,64	6,25	5,96	0,024
6	„	1313	1222,76	90,24	3,01	0,62	18,94	28,98	7,12	6,02	0,033
	Mittel	1337	1253,67	83,33	2,32	0,44	17,72	27,89	6,56	5,73	0,033
7	1. Etage	1170	1114,30	55,70	1,21	0,09	2,45	8,68	1,36	0,00	0,019
8	„	1502	1446,47	55,53	1,13	0,09	2,39	11,96	2,28	0,00	0,033
9	„	1429	1312,52	116,48	2,17	0,19	1,56	19,42	2,51	0,00	0,017
10	„	1429	1330,87	98,13	1,59	0,44	1,50	13,76	1,96	0,00	0,047
11	„	1429	1332,77	96,23	1,54	0,72	1,57	14,00	1,93	0,00	0,047
	Mittel	1391	1306,59	84,41	1,53	0,30	1,89	13,56	2,00	0,00	0,033
12	2. Etage	1104	1015,37	88,63	2,67	0,75	2,90	16,54	2,36	0,00	0,087
13	„	1373	1313,54	59,46	1,77	0,08	2,25	11,36	1,43	0,00	0,067
14	„	1373	1313,81	59,18	1,73	0,28	2,33	12,15	2,04	0,00	0,055
15	„	1549	1536,16	12,84	0,48	0,09	0,48	2,94	0,53	0,00	0,026
16	„	1436	1387,46	48,54	1,12	0,96	1,31	9,79	1,22	0,00	0,019
	Mittel	1367	1313,27	53,73	1,55	0,43	1,85	10,56	1,52	0,00	0,050
17	3. Etage	1412	1355,45	56,55	1,86	0,14	3,52	13,09	2,81	0,00	0,012
18	„	1403	1347,26	55,74	1,57	0,46	4,39	16,86	4,20	0,07	0,017
19	„	1420	1376,90	43,10	1,36	0,21	4,19	13,19	3,42	0,57	0,026
20	„	1442	1396,23	45,77	1,57	0,07	6,33	13,11	2,87	2,15	0,056
21	„	1153	1082,84	70,16	1,31	0,57	3,23	10,92	2,26	0,04	0,035
22	„	1496	1441,29	54,71	1,94	0,24	4,02	12,76	2,65	0,60	0,058
23	„	1484	1432,64	51,36	1,66	0,39	5,52	17,62	4,90	1,34	0,042
	Mittel	1401	1367,09	53,91	1,61	0,30	4,46	13,93	3,30	0,68	0,034

Procentige Zusammensetzung des Fehlbodens aus dem Hause Nr. 16 der Burgstrasse.

100g trockener Boden enthalten Gramme:

Nr.	Stockwerk	Anorganische Stoffe	Organische Stoffe	Stickstoff der organischen Stoffe	Aetherextract	Alkohol-extract	Wasser-extract	Kochsalz	Salpetersäure	Ammoniak
1	Parterre	95,298	4,702	0,169	0,016	1,896	2,501	0,625	0,541	0,0024
2	"	96,391	3,609	0,121	0,011	0,808	1,890	0,395	0,348	0,0025
3	"	95,407	4,593	0,146	0,024	1,165	1,749	0,521	0,390	0,0026
4	"	86,711	13,289	0,237	0,051	1,005	1,757	0,381	0,377	0,0027
5	"	95,462	4,538	0,141	0,049	1,626	2,410	0,476	0,454	0,0018
6	"	93,127	6,873	0,229	0,047	1,442	2,207	0,542	0,458	0,0025
	Mittel	93,733	6,277	0,174	0,033	1,324	2,086	0,490	0,445	0,0024
7	1. Etage	95,239	4,761	0,103	0,008	0,209	0,742	0,116	0,000	0,0016
8	"	96,303	3,697	0,102	0,006	0,159	0,796	0,152	0,000	0,0015
9	"	91,849	8,151	0,152	0,013	0,109	1,359	0,176	0,000	0,0012
10	"	93,133	6,867	0,111	0,031	0,105	0,963	0,137	0,000	0,0033
11	"	93,266	6,734	0,108	0,050	0,110	0,980	0,135	0,000	0,0033
	Mittel	93,958	6,042	0,115	0,022	0,138	0,968	0,143	0,000	0,0022
12	2. Etage	91,972	8,028	0,242	0,068	0,263	1,498	0,214	0,000	0,0079
13	"	95,669	4,331	0,129	0,006	0,164	0,827	0,104	0,000	0,0049
14	"	95,701	4,299	0,126	0,020	0,170	0,882	0,149	0,000	0,0040
15	"	99,171	0,829	0,031	0,006	0,031	0,190	0,034	0,000	0,0023
16	"	96,620	3,380	0,078	0,067	0,091	0,682	0,085	0,000	0,0013
	Mittel	95,827	4,173	0,121	0,033	0,144	0,816	0,117	0,000	0,0040
17	3. Etage	95,995	4,005	0,132	0,010	0,249	0,927	0,199	0,000	0,0009
18	"	96,027	3,973	0,111	0,033	0,313	1,202	0,299	0,005	0,0013
19	"	96,965	3,035	0,096	0,015	0,295	0,929	0,241	0,040	0,0019
20	"	96,826	3,174	0,109	0,005	0,439	0,909	0,199	0,149	0,0039
21	"	93,915	6,085	0,114	0,049	0,280	0,947	0,196	0,003	0,0030
22	"	96,343	3,657	0,116	0,016	0,269	0,853	0,177	0,040	0,0039
23	"	96,539	3,461	0,112	0,026	0,372	1,187	0,330	0,090	0,0038
	Mittel	96,087	3,913	0,113	0,022	0,317	0,993	0,249	0,047	0,0027

Tabelle

Fehlboden aus dem Hause

1cbm Fehlboden enthält

(Die fetten Zahlen sind

Laufende Nr.	Parterre					1. Etage			
	Zimmer	Gewicht von 1cbm trockenem Boden in Kilogramm	Chlornatrium	Salpetersäure	Bodenart	Gewicht von 1cbm trockenem Boden in Kilogramm	Chlornatrium	Salpetersäure	Bodenart
1	Nr. 1	1651	2,113	1,519	lehmiger Sand	2045	0,798	0,020	GrauerSand mit Holzsplittern
2	„	1621	5,288	4,960	lehmiger Sand	1938	2,384	0,019	„
3	„	1888	8,496	14,122	lehmiger Sand	1987	3,417	0,676	Sand mit Quarzstücken
4	„	1852	5,389	4,908	lehmiger Sand	1983	4,858	0,019	„
5	„	1889	9,917	18,380	lehmiger Sand	1606	3,212	0,032	Sand mit Holzsplittern
6	„	1889	13,223	15,131	lehmiger Sand	1779	2,633	0,018	„
7	„	1771	3,861	4,835	lehmiger Sand	1734	2,167	0,017	„
8	„	1862	9,831	17,298	lehmiger Sand	1655	2,780	0,011	„
9	Nr. 2	1685	4,111	4,718	Sand mit Kohlenmörtel und Quarzstücken	1662	3,124	0,050	„
10	„	1671	8,522	8,388	Sand mit Kohlenmörtel und Quarzstücken	2063	2,001	0,000	Sand mit Quarzstücken
11	„	1700	4,454	4,454	Sand mit Kohlenmörtel und Quarzstücken	1704	2,556	0,017	Sand mit Holzsplittern
12	Nr. 3	1657	2,568	3,728	Sand mit Kohlenmörtel und Quarzstücken	1651	2,113	1,519	Sand
13	„	1748	2,674	4,823	Sand mit Kohlenmörtel und Quarzstücken	1670	2,000	0,000	Sand mit Holzsplittern
14	„	1775	3,213	6,745	Sand mit Kohlenmörtel und Quarzstücken	1682	2,023	0,850	„
15	„	1669	4,022	7,677	Sand mit Kohlenmörtel und Quarzstücken	Mittel	**2,576**	**0,232**	
16	„	1686	1,703	3,473	Sand mit Kohlenmörtel und Quarzstücken				
17	„	1674	5,106	9,863	Sand mit Kohlenmörtel und Quarzstücken				
18	„	1667	6,935	12,805	Sand mit Kohlenmörtel und Quarzstücken				
19	Nr. 4	1997	3,914	3,195	rother Sand mit Kies				
20	„	2029	4,160	3,044	rother Sand mit Kies				
21	„	1974	2,862	1,382	rother Sand mit Kies				
22	„	2004	2,405	1,222	rother Sand mit Kies				
23	„	2025	1,904	0,891	rother Sand mit Kies				
24	„	2014	0,906	0,443	rother Sand mit Kies				
	Mittel		**4,900**	**6,602**					

IV.

Nr. 19 der Querstrasse.
Kilogramme.
Mittelwerthe der übrigen.)

2. Etage				3. Etage			
Gewicht von 1 cbm trockenem Boden in Kilogramm	Chlornatrium	Salpetersäure	Bodenart	Gewicht von 1 cbm trockenem Boden in Kilogramm	Chlornatrium	Salpetersäure	Bodenart
1624	2,322	0,039	Sand mit Holzsplittern u. Mört.	911	0,875	0,023	Sand mit Holzspänen
1524	2,667	0,046	„	1203	1,660	0,818	grauer Sand
1647	2,668	0,040	„	1379	2,164	0,400	„
2052	1,354	0,047	Sand mit Quarzstücken	1293	2,224	0,918	„
1798	1,354	0,018	„	1317	2,700	0,033	Sand mit Holzsplittern
1987	1,828	0,072	„	1124	1,888	0,027	Sand mit Stroh
1883	3,540	0,019	„	1456	3,261	0,015	grauer Sand
1787	1,805	0,661	„	1345	2,703	0,032	Sand mit Mörtel
1610	1,754	0,016	„	1475	2,124	1,003	grauer Sand
1790	1,420	0,050	„	1475	1,932	0,856	„
Mittel	2,071	0,101		1699	3,313	0,662	„
				1480	3,011	1,012	„
				Mittel	2,321	0,483	

Procentgehalt des Fehlbodens aus dem Hause Nr. 16 der Querstrasse an Kochsalz und Salpetersäure.

(Die fetten Zahlen sind Mittelwerthe der übrigen.)

100g trockener Fehlboden enthalten Gramme:

Laufende Nummer	Parterre		1. Etage		2. Etage		3. Etage	
	Chlor-natrium	Salpeter-säure	Chlor-natrium	Salpeter-säure	Chlor-natrium	Salpeter-säure	Chlor-natrium	Salpeter-säure
1	0,128	0,092	0,039	0,001	0,143	0,0024	0,096	0,0025
2	0,325	0,306	0,123	0,001	0,175	0,003	0,138	0,068
3	0,450	0,748	0,172	0,034	0,162	0,0024	0,157	0,029
4	0,291	0,265	0,245	0,001	0,066	0,0023	0,172	0,071
5	0,525	0,973	0,200	0,002	0,080	0,001	0,205	0,0025
6	0,700	0,801	0,148	0,001	0,092	0,0036	0,168	0,0024
7	0,218	0,273	0,125	0,001	0,188	0,001	0,224	0,001
8	0,528	0,929	0,168	0,001	0,101	0,037	0,201	0,0024
9	0,244	0,280	0,188	0,003	0,109	0,001	0,144	0,068
10	0,510	0,502	0,201	0,097	0,079	0,003	0,131	0,058
11	0,262	0,262	0,150	0,001	**0,099**	**0,0046**	0,195	0,039
12	0,155	0,225	0,128	0,092			0,204	0,068
13	0,153	0,276	0,119	0,000			**0,170**	**0,042**
14	0,181	0,380	0,120	0,051				
15	0,241	0,460	**0,152**	**0,020**				
16	0,101	0,206						
17	0,305	0,551						
18	0,416	0,768						
19	0,196	0,160						
20	0,205	0,150						
21	0,145	0,070						
22	0,120	0,061						
23	0,094	0,044						
24	0,045	0,022						
Mittel	**0,272**	**0,360**						

Ueber den hohen Grad der Verunreinigung des Fehlbodens bewohnter Gebäude, wie er in den beiden letzten Tabellen in Zahlen festgestellt ist, haben wir schon genügende Angaben gemacht. Die einzige Thatsache, dass die Deckenfüllungen, welche bei Erbauung des Hauses frei von stickstoffhaltigen Stoffen (Nitraten etc.) waren, nach einer Reihe von Jahren in Folge der Aufnahme von excrementiellen und anderen Abfallstoffen, eine Salpetersäuremenge von 18 kg pro Cubikmeter (oder 18 g pro Liter) aufweisen, die Thatsache, dass der

Fehlboden bei seinem hohen Gehalt an Alkalien, Phosphorsäure etc. einen ausgezeichneten Dünger für das Feld darstellt, genügt um zu zeigen, wie schlecht es mit der Reinlichkeit in unseren Häusern bestellt ist und dass es sich hierbei um sanitäre Missstände handelt, die fast nirgends ihres Gleichen finden.

Indem wir von einer ausführlichen Besprechung der in den Tabellen zusammengestellten Zahlen absehen, lassen wir das Resultat der mathematischen Prüfung derselben nach den oben erörterten Gesichtspunkten und Grundsätzen folgen und sprechen die Hoffnung aus, dass die Hygiene die ihr von der Mathematik gebotenen Hilfsmittel zum Vortheil der Forschung verwerthen und der „Logik des Wahrscheinlichkeitscalcüls", die in der Medicin leider noch zu wenig Anwendung findet, die verdiente Berücksichtigung schenken möge.

Es ist dies das beste Mittel, das Ansehen und den Fortschritt der Wissenschaft zu fördern und sie von ihrem gefährlichsten Parasiten, dem Dilettantismus, zu befreien.

Zunächst soll entschieden werden, ob der Fehlboden der einzelnen Etagen in verschiedenem Grade verunreinigt ist und ob sich die Verunreinigung in den einzelnen Etagen beider Wohngebäude gleich verhält, in dem Sinne, dass einer grösseren Imprägnirung des Fehlbodens in einer bestimmten Etage des einen Hauses eine grössere Verunreinigung der nämlichen Etage des anderen Hauses entspricht.

Wenn auch im Grossen und Ganzen mit der Zunahme des Kochsalzgehaltes die Menge der organischen Substanzen und der Gehalt an organischem Stickstoff ebenfalls zunimmt, so ist es doch zweckmässig aus Gründen, die in Abschnitt III ausführlich besprochen wurden, den Kochsalzgehalt allein als Maassstab der Verunreinigung zu benutzen.

Verunreinigung des Fehlbodens in den verschiedenen Etagen des Hauses Nr. 16 der Burgstrasse.

Gramme ClNa pro Liter Boden	Arithmetisches Mittel	Abweichungen vom arithmetischen Mittel	Quadrate der Abweichungen vom arithmetischen Mittel	Mittel aus den Quadraten der Abweichungen vom arithmetischen Mittel	Mittlere quadratische Abweichung	Mittlere quadratische Abweichung des arithmetischen Mittels
			Parterre.			
8,61	$\frac{39,37}{6} = 6,56$	2,05	4,20	$\frac{8,77}{n-1} = \frac{8,77}{5} = 1,754$	$E = \sqrt{1,754} = 1,324$	$Ex = \frac{E}{\sqrt{n}} = \frac{1,324}{\sqrt{6}} = \frac{1,324}{2,449} = 0,536$
5,34		1,22	1,49			
7,05		0,49	0,24			
5,00		1,56	2,43			
6,25		0,31	0,10			
7,12		0,56	0,31			
			1. Etage.			
1,36	$\frac{10,04}{5} = 2$	0,64	0,36	$\frac{0,763}{n-1} = \frac{0,763}{4} = 0,191$	$E = \sqrt{0,191} = 0,437$	$Ex = \frac{E}{\sqrt{n}} = \frac{0,437}{\sqrt{5}} = \frac{0,437}{2,236} = 0,196$
2,28		0,28	0,078			
2,51		0,51	0,26			
1,96		0,04	0,016			
1,93		0,07	0,049			
			2. Etage.			
2,36	$\frac{7,58}{5} = 1,52$	0,84	0,706	$\frac{2,127}{n-1} = \frac{2,127}{4} = 0,532$	$E = \sqrt{0,532} = 0,729$	$Ex = \frac{E}{\sqrt{n}} = \frac{0,729}{\sqrt{5}} = \frac{0,729}{2,236} = 0,327$
1,43		0,09	0,081			
2,04		0,52	0,27			
0,53		0,99	0,98			
1,22		0,30	0,09			
			3. Etage.			
2,81	$\frac{23,11}{7} = 3,3$	0,21	0,044	$\frac{5,868}{6} = 0,952$	$E = \sqrt{0,952} = 0,976$	$Ex = \frac{E}{\sqrt{n}} = \frac{0,976}{\sqrt{7}} = \frac{0,976}{2,646} = 0,369$
4,20		1,18	1,392			
3,42		0,40	0,160			
2,87		0,15	0,023			
2,26		0,76	0,578			
2,65		0,37	0,137			
4,90		1,88	3,534			

Zusammenstellung.

	Parterre	1. Etage	2. Etage	3. Etage	1. zur 3. Etage	2. zur 3. Etage
Arithmetisches Mittel	6,56	2	1,52	3,3	—	—
Mittlere quadratische Abweichung der arithmetischen Mittel . .	0,536	0,196	0,327	0,369	—	—
Dreifache mittlere quadratische Abweichung der arithmetischen Mittel	1,608	0,588	0,981	1,107	—	—
Differenz der arithmetischen Mittel	—	—	—	—	1,3	1,78
Summe der dreifachen mittleren quadratischen Abweichungen der arithmetischen Mittel . .	—	—	—	—	1,695	2,088
Wahrscheinlichkeit, dass das wirkliche arithmetische Mittel der einen Etage grösser ist als das der anderen (im Sinne der gefundenen arithmetischen Mittel)	—	—	—	—	98,925%	99,46%

Der Grad der Wahrscheinlichkeit, dass das wirkliche Mittel der 3. Etage grösser ist als das der 1., wurde oben berechnet und zu 98,925 gefunden. Es bleibt uns also nur noch die Berechnung für die:

2. und 3. Etage.

Differenz der arithmetischen Mittel $d = 1,78$; $p = 0,327$; $v = 0,369$; es ist also:

$$y = \frac{d \cdot v}{p + v} = \frac{1,78 \cdot 0,369}{0,696} = 0,944$$ in I gesetzt vgl. S. 295 Gleichung III);

$x = 1,78 - 0,944 = 0,836$, somit

$$t = \frac{x}{p} = \frac{0,836}{0,327} = 2,55$$
$$t' = \frac{y}{v} = \frac{0,944}{0,369} = 2,55$$
für diesen Argumentenwerth findet man in der Wahrscheinlichkeitstabelle den Wahrscheinlichkeitswerth 98,92%.

Die Wahrscheinlichkeit, dass das wirkliche arithmetische Mittel der 3. Etage grösser ist als das der 2. Etage, ist also:

$$W = 98,92 + \frac{100 - 98,92}{2} = 98,92 + \frac{1,08}{2} = 98,92 + 0,54 = 99,46\ \%.$$

Wie sich aus dem einfachen Anblick der obigen Zusammenstellung ergibt, ist es ausser Frage, dass der wirkliche mittlere Kochsalzgehalt des Parterre grösser ist als der aller übrigen Etagen. Die Differenz der aus den vorliegenden Beobachtungen sich ergebenden arithmetischen Mittel des Kochsalzgehaltes von Parterre und 3. Etage ist nämlich 3,54; die dreifache mittlere quadratische Abweichung dieser arithmetischen Mittel ist für Parterre 1,608, für

die 3. Etage 1,107; ihre Summe 2,715, welche Zahl kleiner ist, als die obige Differenz (3,54) der arithmetischen Mittel. Nach der Regel I (S. 295) kann man sonach mit Sicherheit annehmen, dass das wirkliche arithmetische Mittel (d. h. dasjenige, welches sich aus unendlich vielen Beobachtungen ergeben würde) des Kochsalzgehaltes des Parterre grösser ist als das der 3. Etage und (da die 3. Etage dem Parterre bezüglich des Kochsalzgehaltes am nächsten steht), auch grösser als das der übrigen Etagen.

Bezüglich des Verhältnisses des Kochsalzgehaltes der 1. und 3. Etage, sowie der 2. und 3. Etage lässt obige Zusammenstellung ersehen, dass die Differenzen (1,3 und 1,78) der bezüglichen arithmetischen Mittel kleiner sind, als die zugehörigen Summen (1,695 und 2,088) der dreifachen mittleren quadratischen Abweichungen dieser arithmetischen Mittel.

Diese Fälle entsprechen sonach nicht der Anforderung auf S. 295 (Regel I), d. h. man kann nicht mit Sicherheit annehmen, dass in ihnen einem grösseren, bzw. kleineren aus den vorliegenden Beobachtungen gefundenen arithmetischen Mittel auch ein grösseres, bzw. kleineres, wirkliches arithmetisches Mittel (wie es sich aus unendlich vielen Beobachtungen ergeben würde) entspricht.

Nichtsdestoweniger wird man es für wahrscheinlich halten müssen, dass z. B. dem Beobachtungsmittel 3,3 der 3. Etage ein grösseres wirkliches arithmetisches Mittel entspricht, als dem Beobachtungsmittel 1,52 der 2. Etage.

Den Grad der Wahrscheinlichkeit, mit der man dies annehmen darf, erfährt man durch Behandlung der bezüglichen Zahlen nach der Regel II (S. 295). Das Resultat dieser mathematischen Behandlung ist, dass man mit 98,925, bzw. 99,46% der Gewissheit annehmen darf, dass das wirkliche arithmetische Mittel des Kochsalzgehaltes der 3. Etage grösser ist, als das der 1., bzw. der 2. Etage. Man kann diese Beziehung auch so ausdrücken: Wenn man in Fällen, wie sie durch obige Zahlen fixirt sind, die Beobachtungen ausserordentlich vervielfältigen würde (so lange bis die letzten Beobachtungen keine nennenswerthe Aenderung des arithmetischen Mittels mehr ergeben), so würde sich herausstellen, dass in 100 Fällen einem grösseren Beobachtungsmittel (wie es sich aus den

wenigen zuerst vorliegenden Beobachtungen ergeben hatte), bei 98,925, bzw. 99,46 Fällen auch ein grösseres wirkliches arithmetisches Mittel (wie es sich aus den ausserordentlich vervielfältigten Beobachtungen ergibt) entspricht, während bei 1,075, bzw. 0,54 Fällen das Gegentheil stattfindet.

Dies mag zur Beurtheilung der obigen Zahlen genügen. Ich habe den Sinn derselben ausführlich in Worten wieder gegeben, weil die mathematische Prüfung der Resultate hygienischer Bodenanalysen bisher nicht versucht wurde. Dieselbe ist ein schätzbares Mittel zur Erzielung feststehender Schlüsse und zur Verhütung willkürlicher Annahmen. So trocken und langweilig das Verfahren dem Dilettanten erscheinen mag, dem exacten Arbeiter wird es willkommen sein.

In ganz gleicher Weise sind die nun folgenden Rechnungsergebnisse für die Analyse der Fehlbodenproben aus den einzelnen Etagen des Hauses Nr. 19 der Querstrasse zu beurtheilen. Um Wiederholungen zu vermeiden, abstrahire ich von einer ausführlichen Erörterung derselben. (Siehe die umstehenden Rechnungsergebnisse.)

Es besteht somit kein Zweifel, dass in den beiden untersuchten Häusern der Kochsalzgehalt des Parterre grösser ist als derjenige aller übrigen Etagen.

Weiterhin besteht eine sehr grosse Wahrscheinlichkeit (96,5 und 98,45 %), dass der Kochsalzgehalt der 3. Etage grösser ist als derjenige der 1., bzw. 2. Etage.

Nur bei dem Hause der Querstrasse ist die Wahrscheinlichkeit geringer (71,8 %), wobei ich zur Taxirung dieser Wahrscheinlichkeitswerthe nochmals anführe, dass der Gewissheit ein Wahrscheinlichkeitswerth von 100% entspricht, der indessen nur dann aus der Rechnung sich ergeben kann, wenn der mittlere quadratische Fehler = 0 ist, d. h. bei einer unendlichen Zahl von Beobachtungen. Die geringste Wahrscheinlichkeit, dass einem grösseren wahrscheinlichen arithmetischen Mittel ein grösseres wirkliches arithmetisches Mittel entspricht, ist 50 %.

Dieser Fall tritt dann ein, wenn der Unterschied der arithmetischen Mittel = 0 ist, d. h. wenn beide arithmetische Mittel einander gleich sind. Es wird dann, ohne dass die mittleren quadratischen Fehler einen Einfluss ausübten, das wirkliche arithmetische

Querstrasse Nr. 19.

Gramme ClNa pro 1 Liter Boden	Arithmetisches Mittel	Abweichungen vom arithmetischen Mittel	Quadrate der Abweichungen vom arithmetischen Mittel	Mittel aus den Quadraten der Abweichungen vom arithmetischen Mittel	Mittlere quadratische Abweichung	Mittlere quadratische Abweichung des arithmetischen Mittels
Parterre.						
2,113	$\frac{117,577}{24} = 4,9$	2,787	7,76	$\frac{219,026}{n-1} = \frac{219,026}{23} = 9,523$	$E = \sqrt{9,523} = 3,086$	$Ex = \frac{E}{\sqrt{n}} = \frac{3,086}{\sqrt{24}} = \frac{3,086}{4,899} = 0,6299 = 0,63$
5,288		0,388	0,15			
8,496		3,596	12,92			
5,389		0,489	0,24			
9,917		5,017	25,17			
13,223		8,323	69,27			
3,861		1,039	1,08			
9,831		4,931	24,31			
4,111		0,789	0,62			
8,522		3,622	13,12			
4,454		0,446	0,199			
2,568		2,332	5,44			
2,674		2,226	4,95			
3,213		1,687	2,85			
4,022		0,878	0,77			
1,703		3,197	10,21			
5,106		0,206	0,042			
6,935		2,035	4,10			
3,914		0,986	0,972			
4,160		0,740	0,548			
2,862		2,038	4,15			
2,405		2,495	6,225			
1,904		2,996	8,98			
0,906		3,994	15,95			
1. Etage.						
0,798	$\frac{117,577}{14} = 2,576$	1,778	3,160	$\frac{11,213}{n-1} = \frac{11,213}{13} = 0,864$	$E = \sqrt{0,864} = 0,9295$	$Ex = \frac{E}{\sqrt{n}} = \frac{0,9295}{\sqrt{14}} = \frac{0,9295}{3,7417} = 0,248$
2,384		0,192	0,037			
3,417		0,841	0,707			
4,858		2,282	5,210			
3,212		0,636	0,404			
2,633		0,057	0,003			
2,167		0,409	0,167			
2,780		0,204	0,042			
3,124		0,548	0,300			
2,001		0,575	0,331			
2,556		0,020	0,000			
2,113		0,463	0,214			
2,000		0,576	0,332			
2,023		0,553	0,306			

2. Etage.

Gramme Cl Na pro 1 Liter Boden	Arithmetisches Mittel	Abweichungen vom arithmetischen Mittel	Quadrate der Abweichungen vom arithmetischen Mittel	Mittel aus den Quadraten der Abweichungen vom arithmetischen Mittel	Mittlere quadratische Abweichung	Mittlere quadratische Abweichung des arithmetischen Mittels
2,322	2,071	0,251	0,063	$\frac{4,614}{9} = 0,5126$	$E = \sqrt{0,5126} = 0,716$	$Ex = \frac{E}{\sqrt{n}} = \frac{0,716}{\sqrt{10}} = \frac{0,716}{3,162} = 0,2264$
2,667		0,596	0,355			
2,668		0,597	0,356			
1,354		0,717	0,514			
1,354		0,717	0,514			
1,828		0,243	0,059			
3,540		1,469	2,158			
1,805		0,266	0,071			
1,754		0,317	0,100			
1,420		0,651	0,424			

3. Etage.

Gramme Cl Na pro 1 Liter Boden	Arithmetisches Mittel	Abweichungen vom arithmetischen Mittel	Quadrate der Abweichungen vom arithmetischen Mittel	Mittel aus den Quadraten der Abweichungen vom arithmetischen Mittel	Mittlere quadratische Abweichung	Mittlere quadratische Abweichung des arithmetischen Mittels
0,875	$\frac{27,855}{12} = 2,321$	1,446	2,090	$\frac{5,572}{n-1} = \frac{5,572}{11} = 0,5065$	$E = \sqrt{0,5065} = 0,712$	$Ex = \frac{E}{\sqrt{n}} = \frac{0,712}{\sqrt{12}} = \frac{0,712}{3,464} = 0,205$
1,660		0,661	0,437			
2,164		0,157	0,025			
2,224		0,097	0,009			
2,700		0,379	0,144			
1,888		0,433	0,187			
3,261		0,940	0,884			
2,703		0,382	0,146			
2,124		0,197	0,039			
1,932		0,389	0,151			
3,313		0,992	0,984			
3,011		0,690	0,476			

Zusammenstellung.

	Parterre	1. Etage	2. Etage	3. Etage	Parterre zur 1. Etage	2. zur 3. Etage
Arithmetisches Mittel	4,9	2,576	2,071	2,321	—	—
Mittlere quadratische Abweichung der arithmetischen Mittel . .	0,63	0,248	0,226	0,205	—	—
Dreifache mittlere quadratische Abweichung der arithmetischen Mittel	1,89	0,744	0,678	0,615	—	—

(Fortsetzung der Zusammenstellung.)

	Parterre	1. Etage	2. Etage	3. Etage	Parterre zur 1. Etage	2. zur 3. Etage
Differenz der arithmetischen Mittel	—	—	—	—	2,324	0,25
Summe der dreifachen mittleren quadratischen Abweichung der arithmetischen Mittel . . .	—	—	—	—	2,634	1,293
Wahrscheinlichkeit, dass das wirkliche arithmetische Mittel der einen Etage (im Sinne der gefundenen arithmetischen Mittel) grösser ist als das der anderen .	—	—	—	—	99,6 %	71,8 %

Querstrasse Nr. 19.

Parterre und 1. Etage:

Differenz der arithmetischen Mittel $= 2{,}324$; $p = 0{,}248$; $v = 0{,}63$;

$$y = \frac{2{,}324 \,.\, 0{,}63}{0{,}878} = 1{,}67,$$

$$\frac{1{,}67}{0{,}63} = 2{,}65$$ entsprechend einer Wahrscheinlichkeit von 99,2 %.

Daher die gesuchte Wahrscheinlichkeit, dass Parterre grösser als 1. Etage

$$= 99{,}2 + \frac{0 \,.\, 8}{2} = 99{,}2 + 0{,}4 = 99{,}6\,\%.$$

2. zur 3. Etage:

Differenz der arithmetischen Mittel $= 0{,}25$; $p = 0{,}226$; $v = 0{,}205$;

$$y = \frac{0{,}25 \,.\, 0{,}205}{0{,}431} = \frac{0{,}051}{0{,}431} = 0{,}118,$$

$$y = \frac{y}{v} = \frac{0{,}118}{0{,}205} = 0{,}577,$$ entsprechend 43,6%.

Daher die gesuchte Wahrscheinlichkeit, dass das arithmetische Mittel der 3. Etage grösser als das der 2. Etage $= 43{,}6 + \frac{56{,}4}{2} = 43{,}6 + 28{,}2 = 71{,}8\,\%$.

Mittel einer Serie ebenso oft grösser als kleiner sein als das wirkliche arithmetische Mittel einer 2. Serie, welche das gleiche Beobachtungsmittel ergeben hat.

Es fragt sich nun, ob man dem Resultat der Zahlenvergleichung beider Häuser allgemeine Gültigkeit vindiciren darf oder nicht.

Es wäre in hohem Grade wünschenswerth und wichtig, möglichst viele Häuser in ein und derselben Stadt und in verschiedenen Städten in der oben geschilderten Weise zu untersuchen und das Resultat der mathematischen Prüfung zu unterwerfen.

Ein rechnungsmässiges Kriterium zur Entscheidung dieser Frage erhalten wir erst durch die Untersuchung des Fehlbodens sämmtlicher Stockwerke einer grösseren Anzahl von Häusern; voraussichtlich wird durch die Ausführung dieser Untersuchungen eine Entscheidung im positiven Sinne erzielt werden.

Da nämlich die beiden untersuchten Häuser als Typen städtischer Wohnhäuser sozusagen als Durchschnittshäuser betrachtet werden müssen, so ist es in hohem Grade wahrscheinlich, dass sich die Verunreinigung städtischer Wohnhäuser in ähnlichem Sinne verhalten wird, d. h. die Füllerde der Parterreräume wird immer stärker verunreinigt sein, als diejenige der übrigen Etagen und die Verunreinigung der 3., bzw. 4. Etage wird grösser sein, als die Imprägnirung des 1. und 2., bzw. 3. Stockwerkes. Für diese Ansicht spricht auch der Befund in den Häusern Nr. 61 am Augustusplatz und Nr. 21 in Thonberg, doch sind die Fehlbodenanalysen aus diesen Gebäuden nicht zahlreich genug, um den Beweis strictissimo sensu zu erbringen.

Man hat also ein gewisses Recht zu der Annahme, dass der Gesundheitszustand der Bewohner der 1. Etage am günstigsten sein wird, dann kommt die 2., dann die 3. Etage, am ungünstigsten werden die Bewohner des Parterre von dem unmittelbar unter den Fussbodenbrettern befindlichen Erdreich beeinflusst werden.

Prof. Dr. Schwalbe hat in einem Bericht über den Einfluss der verschiedenen Wohnungen, so weit er sich statistisch nachweisen lässt, auch eine Zusammenstellung der Sterblichkeit in den verschiedenen Stockwerken der Stadt Berlin mitgetheilt.

Es ist nicht ohne Interesse, diese Zahlen mit dem arithmetischen Mittel unserer Analysenresultate zu vergleichen.

Von 1000 Lebenden starben		Arithmetisches Mittel des Kochsalzgehaltes der Fehlbodenfüllungen:	
		Burgstrasse 16	Querstrasse 19
im Keller	25,3	—	—
im Parterre	22,0	6,56	4,90
im 1. Stock	21,6	2,00	2,58
im 2. Stock	21,8	1,52	2,07
im 3. Stock	22,6	3,02	2,31
im 4. Stock und höher	28,2	4,02	—

Als die wesentlichen Factoren dieser Differenzen bezeichnet Schwalbe die Wohlhabenheit und Armuth; aber diese beiden Begriffe umfassen die verschiedensten Krankheitsursachen, wie ungenügende Nahrung, Kleidung, Heizung etc., und es ist möglich, dass auch der Verunreinigung des Fehlbodens, besonders insoweit die Sterblichkeit durch epidemische Krankheiten und Phthise influirt wird, eine Rolle zukommt.

Offenbar besteht ein Parallelismus insofern, als einer grösseren Sterblichkeit im Parterre, 3. und 4. Stock, eine stärkere Verunreinigung der Zwischendeckenfüllung genannter Etagen entspricht, während die gesundesten Stockwerke, das 1. und 2., auch den reinsten Fehlboden haben.

Nach der Bodentheorie sollte man erwarten, dass bei Epidemien die grösste Zahl der Erkrankungen an Typhus und Cholera im Parterre und Souterrain statthabe, dass die Zahl und Intensität der Infectionen von Etage zu Etage geringer werde.

Paradox war die Thatsache, dass oft in den höchsten Stockwerken die meisten sehr heftigen Infectionen vorkommen.

Nun zeigen die obigen Zahlen, dass in den höchsten Stockwerken eine stärkere Verunreinigung der Deckenfüllungen sich vorfindet als in den mittleren Etagen, dass ferner die Durchfeuchtung und im Einklang damit die Zersetzungsvorgänge in den Füllungen der obersten Etage intensiver sind.

Die Ursache der stärkeren Imprägnirung und Durchfeuchtung liegt in der grösseren Wohnungsdichtigkeit der höchsten Etagen, in welchen häufig ein von mehreren Personen bewohntes Zimmer Wohn- und Schlafraum, Koch- und Waschküche zugleich ist. Der Wasserverlust, welcher beim Reinigen des Körpers, der Wäsche, der Geschirre etc. eintritt, ist zwar pro Kopf in allen Stockwerken ziemlich gleich, aber in den obersten Etagen trifft er auf eine kleinere Bodenfläche, während er sich in den unteren Etagen, die von der wohlhabenderen Bevölkerungsclasse bewohnt sind, auf viele Zimmer, d. h. auf einen weit grösseren Flächenraum, vertheilt.

Die Verunreinigung der Füllerde ist nicht nur relativ, sondern auch absolut grösser im Parterre und

der 3. resp. 4. Etage, gegenüber derjenigen des Fehlbodens der dazwischen liegenden Etagen.

Dieser Befund bedarf keiner weiteren Erläuterung, da er sich aus der nun folgenden Zusammenstellung des pro Etage treffenden Fehlbodenquantums unmittelbar ergibt. Die obige Zahlenreihe ist noch in mannigfacher Beziehung interessant. Sie gibt uns in Verbindung mit anderweitigen Ermittelungen Aufschluss über die Gesammtquantität der menschlichen Abfallstoffe, welche sich mit der Zeit in einem Hause anhäufen.

Bisher taxirte man die Reinlichkeit der Wohnungen in sehr primitiver und oberflächlicher Weise nach dem Schmutze, den man mit dem Auge erkennen konnte.

Eine Beurtheilung der Salubrität nach diesem Maassstabe hat für die Wissenschaft nicht mehr Werth als die Methode der Phrenologen, welche durch das Abtasten des Schädels die intellectuellen Fähigkeiten, Anlagen und Neigungen der Menschen erschliessen wollten.

Die Schmutzmenge, die wir mit dem Auge in den Häusern sehen, ist geradezu verschwindend klein, gegenüber derjenigen, welche sich in den Zimmerdecken, unter dem Fussboden anhäuft.

Um einmal diese Menge eruiren zu können, haben wir in den beiden Häusern der Burg- und Querstrasse die Quadratfläche sämmtlicher Räume, sowie die Höhe des Fehlbodens in denselben, durch Messung bestimmt und aus diesen Daten das Volumen des Fehlbodenfüllmaterials berechnet.

Unter Zugrundelegung der Mittelzahlen, welche sich aus den Kochsalzbestimmungen für die einzelnen Zimmer der verschiedenen Etagen ergeben, konnte weiterhin die absolute Menge des im Fehlboden befindlichen Kochsalzes approximativ ermittelt werden.

Das Resultat ist folgendes:

Burgstrasse Nr. 16.

Stockwerk	Quadratfläche in Quadratmeter	Cubikmeter Fehlboden	Kilogramm Cl Na im Fehlboden
Parterre	173,12	69	452,64
1. Etage	93,90	19	38,00
2. Etage	93,90	19	28,88
3. Etage	76,90	15	45,30
Unter dem Dache . .	50,24	11	44,22
Summa	488,06	133	609,04

Querstrasse Nr. 19.

Stockwerk	Quadratfläche des Fehlbodens	Cubikmeter Fehlboden	Kilogramm Kochsalz im Fehlboden
Parterre	100	50	261,800
1. Etage	96	14,4	37,094
2. Etage	96	14,4	29,822
3. Etage	96	14,4	33,422
Summa	388	93,2	362,138

Das Verhältniss der einzelnen verunreinigenden Stoffe im Fehlboden zu einander deutet darauf hin, dass das Kochsalz in den Deckenfüllungen hauptsächlich aus Harn stammt. Da nach zahlreichen Untersuchungen ein erwachsener Mann täglich mit dem Harne im Mittel 15g Kochsalz ausscheidet, so ergibt sich durch einfache Rechnung, dass die tägliche Harnmenge von nicht weniger als 40603, rund also von 40000 Menschen, oder 60000 Liter Urin nothwendig waren um dem Fehlboden dieses Hauses (in der Burgstrasse) die Kochsalzmenge von 609kg zuzuführen, welche er thatsächlich enthielt, oder mit anderen Worten: Um den Fehlboden mit Kochsalz so stark zu imprägniren, hätten die erwachsenen Bewohner dieses Hauses, 25 an der Zahl, ihre gesammte Harnmenge etwas länger als 6 ½ Jahre hindurch Tag für Tag auf den Zimmerboden entleeren müssen!

Nach Analysen, die ich im Münchener hygienischen Institut ausgeführt habe, beträgt der Kochsalzgehalt der Jauche aus Abtrittsgruben im Mittel 3,8g pro Liter. Rechnen wir den Cubikraum

der Grube zu 4^{cbm}, so enthält dieselbe 15200^{g} Chlornatrium, und obige 609^{kg} Kochsalz wären somit in 40 bis zum Rande gefüllten Abtrittsgruben enthalten. Da das obengenannte Haus, die Küchen etc. mit eingerechnet, aus 18 bewohnten oder bewirthschafteten Räumen bestand, so trifft auf ein Zimmer mehr als 2 Abtrittsgruben d. h. die Verunreinigung der Deckenfüllungen ist ebenso stark, als wenn 8^{cbm} Abtrittsjauche im Fehlboden eines jeden Zimmers sich befinden würden.

Diese Zahlen sind, frei von jeder Uebertreibung, ein unbestreitbares Ergebniss der Analyse und Messung. Die Ursache, dass man von dieser hochgradigen Verunreinigung nichts oder nur wenig riecht, ist die desodorisirende Eigenschaft der Erde, die hier um so mehr zur Wirkung gelangt, als die in Zersetzung befindlichen Stoffe in feinster Vertheilung mit dem Boden innig gemischt sind. Hierdurch wird die Abgabe riechender Stoffe zwar vermindert, oder aufgehoben, die Bakterienentwicklung aber eher befördert als beeinträchtigt.

Der imprägnirte Fehlboden hat zum mindesten die gleiche hygienische Bedeutung wie die Abtrittsgruben; hier wie dort handelt es sich um gesundheitswidrige Zustände, deren Duldung in Anbetracht des Culturzustandes anderer Gebiete des gegenwärtigen socialen Lebens, als unbegreiflich erscheinen muss. Sind es nicht geradezu grauenerregende Salubritätszustände, wenn die Menschen den grössten Theil ihres Lebens so zu sagen in einer grossen Abtrittsgrube zubringen, die Elite wie der Plebs, der Fürst wie der Bettler?

Da im Fehlboden eines einzigen Zimmers gewöhnlich mehr excrementielle Stoffe vorhanden sind, als in einer grossen Abtrittsgrube, so werden wir von vornherein von den unsichtbaren Abtritten, die wir in unseren Wohn- und Schlafzimmern haben, eher eine Gefahr für die Gesundheit erwarten, als von dem Abort, der im Hofe oder auf dem Corridor liegt und den wir nur ab und zu auf einige Minuten aufsuchen. v. Pettenkofer's Untersuchungen über die Cholera in Laufen, Rebdorf etc., und ein Blick auf die von Port entworfenen Aufrisse der Münchener Kasernen, in welchen die Mannschaftszimmer, Abtritte und Typhusfälle eingezeichnet sind, beweisen in der That, dass die Vertheilung der Typhus-

und Cholerafälle im Gebäude, von der Lage der Abtritte ganz unabhängig ist.

Wir sind weit entfernt davon zu behaupten, dass dieses Ergebniss systematischer Forschung darin seinen Grund hat, dass eben in jedem Zimmer so zu sagen eine Abtrittsgrube unter dem Fussboden liegt.

Wir haben den Glauben von der directen Beziehung der Abtritte zur Typhusgenese von jeher bezweifelt und zwar auf Grund der Thatsache von der örtlichen und zeitlichen Disposition, auf Grund des Einflusses der Grundwasserschwankungen auf den Verlauf von Typhus- oder Choleraepidemien.

Aber auch diejenigen, welche das zeitliche und örtliche Moment und die Concidenz zwischen Grundwasserstand und Typhushäufigkeit als nicht genügend bewiesen erachten, werden sich über das Pettenkofer-Port'sche Beobachtungsresultat, nach welchem für die Gruppirung der Typhusfälle die Lage der Abtritte irrelevant ist, nicht mehr wundern und können sich unbeschadet ihres Glaubens damit versöhnen, wenn sie bedenken, dass in jedem Zimmer eines Wohnhauses, in jeder Mannschaftsstube einer Kaserne, unter den Fussbodenbrettern einige unsichtbare Abtrittsgruben verborgen sind. Weiter unten werden wir in einem Abschnitte über die Zersetzungsvorgänge im Fehlboden darthun, dass sich die letzteren unter gewissen äusseren Bedingungen mit einer Intensität abspielen, die derjenigen in den Abtrittsgruben nicht viel nachsteht. Unter diesen Umständen bestimmen uns praktische und theoretisch-hygienische Gesichtspunkte die Frage aufzuwerfen:

VIII. Was geschieht mit dem Fehlboden eines niedergelegten Hauses?

Ohne Zweifel befindet sich in städtischen Wohnungen noch Füllmaterial, welches viele Jahrhunderte alt ist, gewiss solches, welches aus dem Mittelalter stammt[1]), aus jener Zeit in welcher in unserem Vaterlande gewisse Volksseuchen in furchtbarem Grade wütheten.

---

1) Ein mir befreundeter Architekt bewahrt Münzen aus dem 16. Jahrhundert auf, welche er in den Deckenfüllungen einiger Gebäude in Nürnberg gefunden hat.

Man denke nur an die sog. Schweissfieber-Epidemien des 15. Jahrhunderts, welche beispielsweise in Augsburg 15000 Menschen wegrafften. Die Pest, die Ruhr, die acuten Exantheme, Diphterie, Petechial- und Abdominaltyphus, die Cholera, haben seitdem wiederholt in unserem Vaterlande schreckliche Ernte gehalten.

Wohl hat man in solchen Zeiten die Wohnungen, die Wände, die Betten, die Möbel gereinigt und desinficirt oder verbrannt, aber an die kolossalen Massen von Schmutz, die in den Deckenfüllungen sich befinden, hat niemand gedacht, und doch haben dieselben bei jeder Epidemie nicht nur Se- und Excrete, besonders auch excrementielle von Kranken stammende Stoffe, sondern ohne Zweifel auch Krankheitskeime aufgenommen.

Wenn nun das Haus, welches im Laufe der Jahrhunderte durch die verschiedensten Seuchen heimgesucht worden war, endlich in Folge äusserer Einflüsse, durch Feuer oder Krieg, oder aus anderen Gründen zerstört wird, dann ist seine Geschichte leider immer noch nicht zu Ende. Sie beginnt einen neuen Abschnitt in einer neuen Wohnstätte, in welcher der Bauschutt und mit ihm das Fehlbodenfüllmaterial des alten Hauses zur Zwischendeckenfüllung in dem neuen Gebäude verwendet wird. Schon der Gedanke, dass auf diese Weise der Schmutz aus grauer Vorzeit in unseren Wohnräumen aufbewahrt wird, ist ekelerregend und die Möglichkeit, dass durch diese allgemein verbreitete Unsitte Infectionsstoffe aus alten Gebäuden in neue übertragen, angesammelt, in ihrer Wirkungsfähigkeit erhalten und gezüchtet werden, ist nicht zu bestreiten.

Die Erbauung des Hauses Nr. 16 der Burgstrasse fällt in den Anfang des vorigen Jahrhunderts.

Zur Deckenfüllung war damals Bauschutt verwendet worden, der aller Wahrscheinlichkeit nach schon vorher seit Jahrhunderten in menschlichen Wohnstätten der Verunreinigung und Infection ausgesetzt war.

Dasselbe Material nun, welches, wie die Tabelle zeigt, stärker mit Harnbestandtheilen und anderen häuslichen Effluvien imprägnirt ist, als der Koth auf den Strassen der Städte, oder der Inhalt von Kehrichtgruben und der Boden in der Umgebung völlig durchlässiger Abtrittsgruben und Schleusen, wurde mit dem übrigen

Bauschutt des niedergelegten Hauses der Burgstrasse zur Fehlbodenfüllung in dem schon früher erwähnten Neubaue am Windmühlenweg verwendet!

Nachdem das Material eingefüllt war, schwängerte ein ekelkafter Modergeruch die Luft der hohen Säle. Obgleich die Fenster und Thüren im Neubaue der Anstalt noch offen waren, obgleich die Luft durch die einzelnen Räume Tag und Nacht ungehindert hindurch streichen konnte, bemerkte doch Jedermann einen Gestank, der an manchen Stellen mit den Gerüchen, die sich bei der Fäulniss animalisch-organischer Stoffe entwickeln, ganz identisch war. Man braucht sich wahrlich nicht zu wundern, dass es so stank, denn es waren mit dem Fehlboden aus der Burgstrasse Nr. 16 ca. 13 Millionen und 300000^{g} organische Stoffe mit 266000^{g} Stickstoff in den Fehlboden dieses Neubaues gelangt, also etwa gerade soviel faulendes stickstoffhaltiges organisches Material, wie es in 200 erwachsenen Leichen enthalten ist.

Diese Verunreinigung vertheilt sich zudem nicht auf das ganze Gebäude, sondern nur auf 4 oder 5 Säle desselben.

Dem Director dieses Gebäudes, resp. der betreffenden öffentlichen Anstalt, dem der Gestank in den Sälen ebenfalls aufgefallen war, gelang es die Beseitigung der Unrathstoffe aus dem Anstaltsgebäude bei der Behörde durchzusetzen, nachdem die unsererseits ausgeführte Analyse folgendes Resultat ergeben hatte.

1^{cbm} trockenen Füllmaterials enthielt Kilogramme:

Zimmer der Anstalt	1^{cbm} Boden frisch wiegt Kilogramm	Gewicht von 1 Liter trockenem Boden in Gramm	Stickstoff	in Wasser lösliche Stoffe	Chlornatrium	Salpetersäure
1. Schlafsaal im Parterre . . .	1440	1346	0,727	8,224	2,059	0,471
2. Schlafsaal im Parterre . . .	1456	1375	0,715	6,985	1,471	0,509
1. Schlafsaal in der 1. Etage .	1454	1352	0,446	5,092	0,527	0,351
2. Schlafsaal in der 1. Etage .	1474	1393	0,418	6,603	1,142	0,724
2. Schlafsaal in der 1. Etage, andere Stelle	1478	1411	0,649	7,210	1,214	1,185

Vergleicht man diese Zahlen mit denjenigen in Tab. III, so ist zwar eine beträchtliche Verdünnung der Unrathstoffe durch

reineren von den Mauern stammenden Bauschutt unverkennbar, aber die Verunreinigung ist immerhin noch sehr beträchtlich.

Auch ohne vorherige chemische Untersuchung wird mit vollem Rechte jeder Arzt, dem die Forschungsergebnisse über die Biologie der Infectionserreger bekannt sind, die Verwendung derartigen Materials und von Bauschutt überhaupt zur Deckenfüllung in Neubauten, zumal gar in Krankenhäusern, als ein gefährliches und unverantwortliches Unternehmen bezeichnen. Trotzdem sind wir weit entfernt davon dem Erbauer der wiederholt erwähnten Anstalt (Neubau am Windmühlenweg), die zufälliger Weise der Gegenstand unserer Untersuchungen geworden ist, irgend einen Vorwurf zu machen, denn die besten bautechnischen Handbücher wie z. B. das von Breymann empfehlen die Ausfüllung der Zwischendecken und Gewölbesäcke mit Bauschutt.

Man kann jedoch kaum eine bessere Methode ersinnen, den Unrath aus menschlichen Wohnstätten und Krankheitsstoffe, die Jahr aus, Jahr ein, im Hause Eingang finden, von Jahrhundert zu Jahrhundert in den Wohngebäuden anzusammeln und aus niedergerissenen Bauten in neue mit allen Gefahren überzuführen, als das von Grund aus verwerfliche, von Alters her gebräuchliche und überall geübte Verfahren, den Bauschutt zur Deckenfüllung zu benutzen. Die Gefahren, welche man auf diese Weise herbeiführt und welche in der allgemeinen Verbreitung epidemischer Krankheiten und vielleicht in erster Linie der Tuberculose zu suchen sind, werden zwar zur Zeit anderen Ursachen zugeschrieben, sie sind momentan unberechenbar, aber nicht uncontrolirbar und sie bestehen ohne Zweifel.

Alle unsere Präservativmaassregeln gegen Epidemien und Endemien werden so lange nicht von durchschlagendem Erfolg begleitet sein, bis dieser in allen Städten cultivirte und bei allen Bautechnikern eingewurzelte Missbrauch durch Sanitätsgesetze radical beseitigt wird. Hier ist auch der Platz eines perfiden Mittels zu gedenken, welches gemeine Gewinnsucht ersonnen hat, um beim Abbruch von Häusern die Kosten für den Transport der Abtrittsjauche zu ersparen.

Die bis zum Rande gefüllte Abtrittsgrube im Hause Nr. 16 der Burgstrasse wurde vor Abbruch des Hauses nicht geräumt, sondern mit Bauschutt gefüllt, welcher dieselbe austrocknete, indem der poröse Mörtel und die Steintrümmer sich mit Jauche imbibirten.

Dieses mit Jauche vollkommen imprägnirte und mit menschlichem Koth beschmutzte Schuttgerölle wurde alsdann, mit dem übrigen Bauschutt mehr oder weniger vermengt, theils in dem Gebäude am Windmühlenweg, theils in anderen Neubauten, zur Ausfüllung der Fehlbodenfelder verwendet!

Auch beim Abbruch des Hauses Nr. 19 in der Petersstrasse wurde auf gleiche Weise verfahren.

Es ist anzunehmen, dass dieser Brauch überall und in allen Städten und Gegenden, in denen die Landwirthschaft die Abtrittsjauche nicht bezahlt, zum Schaden der Gesundheit geübt wird. Wenn man bedenkt, dass in der erwähnten Weise 6 bis 10^{cbm} Abtrittsjauche in die einzelnen Zimmer eines neu erbauten Hauses vertheilt werden, (oft wird der ganze Grubeninhalt sogar auf ein Zimmer treffen), dann kommt man zu der Ueberzeugung, dass die Salubritätszustände auch der neuerrichteten Stadttheile, selbst den primitivsten hygienischen Anforderungen in empörendster Weise Hohn sprechen.

Unter diesen Umständen wird man allerdings die Reinlichkeitsbestrebungen im Hause „mit getheilten Empfindungen", die bisherigen Desinfectionsmaassregeln bei Epidemien als armselige und überflüssige Bemühungen betrachten müssen, über deren Erfolglosigkeit man sich bei solcher Sachlage nicht zu wundern braucht.

Diese Thatsachen werfen ein eigenthümliches Licht auf unsere heutigen Culturzustände, insofern bei deren Charakterisirung die gegenwärtige Organisation und Wirksamkeit der Sanitätspolizei in Betracht kommt; denn, wie die eben geschilderten, so werden auch noch andere ähnliche insalubre Zustände, welche unseren socialen Einrichtungen und Gebräuchen anhaften, unentdeckt und daher ungeahndet fortbestehen. Assainirungsbestrebungen, welche die

Förderung der Gesundheit, die Verminderung der Morbidität und Mortalität und vor allem die Verhütung epidemischer Krankheiten bezwecken, können erst dann von durchschlagendem Erfolge sein, wenn die ganze Umgebung der in Städten und Dörfern wohnenden Menschen von Seite der experimentellen Hygiene allseitig und gründlich durchforscht ist.

Zur Erreichung dieses Zieles ist die Errichtung hygienischer Institute und Lehrstühle an den Universitäten und etwa auch noch die Etablirung hygienischer Observatorien in den einzelnen Ländern resp. Provinzen, eine dringende und unerlässliche Bedingung.

IX. Der Grad der Verunreinigung in verschiedenen Schichten der Fehlbodenfüllungen.

Die Fugen zwischen den Zimmerboden-Dielen sind bekanntlich meist mit Schmutz ausgefüllt, welcher eine fest verfilzte Masse darstellt.

Beim Aufwaschen des Bodens wird dieser Schmutz stark durchnässt, seine freien Zwischenräume mit Wasser vollständig ausgefüllt. Nach dem Trocknen nimmt diese Masse einen kleineren Raum ein, als im durchfeuchteten Zustande. Es bleiben dann enge Spalten, durch welche feine Staubpartikel in den Fehlboden in Folge der beim Gehen hervorgebrachten Erschütterungen hinabfallen.

Man findet deshalb auf der Oberfläche der Zwischengeschossfüllungen in allen während längerer Zeit bewohnten Häusern eine 0,2 bis 0,5 ^{cm} hohe Schichte, die sich durch ihre grau-schwarze Farbe deutlich von der eigentlichen Füllung abgrenzt.

Die mikroskopische und chemische Untersuchung zeigt, dass diese oberflächliche Lage aus Zimmer- und Strassenstaub besteht.

Makroskopisch findet man in der oberflächlichen Fehlbodenschichte der Wohnzimmer: Nähnadeln, Münzen, Haare, Zeugfasern u. dgl., in Küchen: Getreidekörner, Linsen, Erbsen, Gewürze etc. Die Getreidekörner waren zum Theil unter den geeigneten Bedingungen im Brutofen nicht wieder zum Keimen zu bringen und hatten somit im Fehlboden genügende Feuchtigkeit gefunden, um den Keimungsprocess durchzumachen.

Mikroskopisch erkennt man Epidermisschuppen, Epithel (von vertrocknetem Sputum herrührend), kurz das bunte Gemisch aller

jener anorganischen, organischen und organisirten Stoffe, welche mit bewunderungswürdigem Fleisse von verschiedenen Forschern, besonders von Cunningham, Pasteur und Tissandier beschrieben und abgebildet wurden, ohne dass durch diese mikroskopischen Staubuntersuchungen irgend ein in hygienischer Hinsicht verwerthbares positives Resultat erzielt worden wäre.

Auch die chemische Analyse lässt erkennen, dass diese oberflächliche Lage aus einem Gemisch von Zimmer- und Strassenstaub besteht.

In der folgenden Tabelle stellen wir das Resultat der Analyse 1. von Bücherstaub, welchen Herr Prof. Hofmann in Weigels Auctionslocal in Leipzig, 2. von Strassenschmutz, welchen derselbe in der Liebigstrasse daselbst sammeln liess und 3. von Schmutz, der von der Oberfläche der Fehlbodenfüllung verschiedener Wohnhäuser genommen wurde, zusammen.

100g trockene Substanz enthielten Gramme:

Bezeichnung der Substanzen	Asche	Glühverlust	Stickstoff	Aetherextract	Alkoholextract	Wasserextract	Kochsalz
1. Bücherstaub	48,81	51,19	1,64	2,24	2,90	12,21	0,69
2. Strassenschmutz . . .	92,07	7,93	0,45	—	—	0,62	0,05
3. Schmutz von der Oberfläche des Fehlbodens (Grimmaischer Steinweg Nr. 61/0)	83,31	16,69	0,56	0,44	0,72	0,66	0,38
4. Schmutz aus dem Fehlbodenraum	84,97	15,03	0,57	0,19	0,96	3,85	1,02
5. Schmutz von der Oberfläche des Fehlbodens (Peterstrasse Nr. 1) . .	67,72	32,28	1,19	4,33	1,62	8,45	0,97

Im Hause Nr. 16/1 der Burgstrasse war an einer Stelle des Ganges von 4 Meter Länge und 1,5 Meter Breite der Fehlbodenraum zwar vorhanden, aber derselbe hatte bei Erbauung des Hauses keine Füllung erhalten. Zwischen den Stackhölzern und den Fussbodendielen war also ursprünglich ein freier Raum von 12 cbm vorhanden. Derselbe hatte sich nun im Laufe der Zeit mit den erwähnten festverfilzten, stinkenden Staub- und Schmutzmassen, deren Analyse in Nr. 4 der obigen Tabelle gegeben ist, vollständig ausgefüllt.

Dieses Material ist sehr hygroskopisch und daher meistens ziemlich feucht. Wird dasselbe stärker durchnässt, so entwickelt sich in kurzer Zeit ein intensiver Fäulnissgeruch, der demjenigen faulender Thiercadaver ganz ähnlich ist. Ueber die Gefahren, die durch derartige Fäulnissprocesse im Hause herbeigeführt werden, wird später berichtet. Ueberall da, wo der Fehlbodenraum keine Füllung erhält, sammelt sich dieser Schmutz in grosser Menge an. Hieraus erhellt die Unzweckmässigkeit der früher erwähnten französischen und englischen Deckenconstructionen, bei welchen die bei uns gebräuchliche Fehlbodenfüllung fehlt. Die Schmutzansammlung in denselben schädigt unzweifelhaft die Gesundheit der Bewohner und bringt bei denselben wahrscheinlich die Disposition zu gewissen Infectionskrankheiten zu Stande.

An verschiedenen Stellen desselben Zimmers differirt die Menge des im Fehlboden befindlichen N haltigen organischen für Pilze geeigneten Nährmaterials sehr bedeutend.

Noch beträchtlichere Differenzen stellen sich heraus, wenn man die einzelnen Schichten der Füllung hinsichtlich des Grades der Imprägnirung mit häuslichen Abfallstoffen vergleicht.

An der einen Stelle eines Parterrezimmers (Burgstrasse 16) war die Verunreinigung der einzelnen Schichten des Fehlbodens folgende:

1 Liter Boden (grobkörniger Sand) enthielt Gramme:

Tiefe der Füllung	1 Liter trockener Boden wiegt Grm.	Asche	Glühverlust	Stickstoff	Aetherextract	Alkoholextract	Wasserextract	Kochsalz	Salpetersäure	Ammoniak
0 bis 1^{cm} tief	1377	1308,45	68,55	2,60	1,31	16,18	22,64	6,18	2,45	0,017
1 bis 5^{cm} „	1377	1313,84	63,16	2,96	1,79	29,33	38,79	8,87	5,14	0,034
5 bis 20^{cm} „	1377	1312,25	64,75	2,33	0,22	26,11	34,44	8,61	7,45	0,033

100^{g} trocken enthielten Gramme:

Asche	Glühverlust	Stickstoff	Aetherextract	Alkoholextract	Wasserextract	Kochsalz	Salpetersäure	Ammoniak
95,02	4,98	0,19	0,17	1,18	1,64	0,45	0,18	0,0012
95,41	4,59	0,22	0,13	2,13	2,82	0,64	0,37	0,0025
95,30	4,70	0,17	0,02	1,90	2,50	0,63	0,54	0,0024

Die verschiedenen Schichten waren hier ziemlich stark verunreinigt, die grösste Menge der löslichen Stoffe, des ClNa und der N_2O_5, findet sich in der untersten Lage, ein Beweis, dass an dieser Stelle der Fehlboden häufig in seiner ganzen Tiefe durchnässt wurde. Die Zersetzungsvorgänge waren in den mittleren und tiefen Schichten, nach dem Gehalt von Alkoholextract und Salpetersäure zu urtheilen, intensiver als an der Oberfläche.

Ein ganz anderes Verhalten zeigt eine zweite, von der ersten etwa 3m entfernte Stelle desselben Zimmers.

1 Liter Boden (lehmiger Sand) enthielt Gramme:

Tiefe des Fehlbodens	1 Liter trockener Boden wiegt Grm.	Asche	Glühverlust	Stickstoff	Aetherextract	Alkoholextract	Wasserextract	Kochsalz	Salpetersäure	Ammoniak
0 bis 1cm tief	1377	1280,47	96,53	5,09	1,10	32,05	55,22	11,02	9,91	0,029
1 bis 5cm „	1377	1290,46	86,54	4,12	0,95	31,12	48,90	10,39	9,28	0,029
5 bis 20cm „	1353	1304,17	48,83	1,64	0,15	10,93	25,57	5,34	4,71	0,034

100g trockener Boden enthielt:

Tiefe des Fehlbodens	Asche	Glühverlust	Stickstoff	Aetherextract	Alkoholextract	Wasserextract	Kochsalz	Salpetersäure	Ammoniak
0 bis 1cm tief	92,99	7,01	0,37	0,08	2,40	4,01	0,80	0,72	0,0021
1 bis 5cm „	93,72	6,29	0,30	0,069	2,26	3,55	0,75	0,67	0,0021
5 bis 20cm „	96,39	3,61	0,12	0,011	0,808	1,89	0,40	0,35	0,0025

An dieser Stelle war der höchste Grad der Verunreinigung in den beiden obersten Schichten, nahe der Oberfläche des Fehlbodens vorhanden. Die tiefere Schichte von 5—20cm enthielt weniger als die Hälfte an organischen Stoffen, Stickstoff, und löslichen Salzen. An dieser Stelle hatte somit viel seltener eine vollständige Durchnässung der Füllung stattgefunden, wie an der ersten.

Dem entsprechend waren die Zersetzungsvorgänge in der Tiefe weit geringer als an der Oberfläche, wo die Intensität derselben eine ganz ausserordentlich hohe war.

Im Allgemeinen ist es Regel, dass im Parterre die tieferen Schichten stärker (in dem vorliegenden Fall doppelt so stark) verunreinigt sind, wie die oberflächlichen, und dass die Quantität der

Zersetzungsproducte stickstoffhaltiger organischer Stoffe in der Tiefe der Füllung (hier um das dreifache) grösser ist als an der Oberfläche.

So verhalten sich z. B. die beiden folgenden 2 Meter von einander entfernten Stellen eines anderen Parterrezimmers des Hauses Nr. 16 der Burgstrasse.

1 Liter Boden enthält Gramme:

I. Stelle.

Nummer	Tiefe des Fehlbodens	1 Liter trockener Boden wiegt Grm.	Asche	Glühverlust	Stickstoff	Aetherextract	Alkoholextract	Wasserextract	Kochsalz	Salpetersäure	Ammoniak
1	Burgstrasse 16/0 oberflächlich bis 1cm tief .	1463	1416,08	46,92	1,10	0,86	3,99	11,81	1,62	0,88	0,036
2	Burgstrasse 16/0 unter dem vorigen von 1 bis 5cm .	1353	1289,26	63,74	1,00	0,65	9,17	20,28	4,36	4,79	0,034
3	Burgstrasse 16/0 unter dem vorigen von 5 bis 20cm tief	1313	1138,53	174,47	3,11	0,67	13,20	23,07	5,00	4,95	0,035
	II. Stelle.										
4	Burgstrasse 16/0 0 bis 5cm tief	1439	1368,43	70,57	1,50	2,00	6,88	14,48	3,01	3,41	0,032
5	Burgstrasse 16/0 5 bis 20cm tief	1313	1253,42	59,58	1,85	0,64	21,35	31,64	6,25	5,96	0,024

100g trockener Boden enthalten Gramme:

I. Stelle.

Nummer	Tiefe des Fehlbodens	Asche	Glühverlust	Stickstoff	Aetherextract	Alkoholextract	Wasserextract	Kochsalz	Salpetersäure	Ammoniak
1	Oberflächlich 0 bis 1cm tief	96,79	3,21	0,08	0,06	0,27	0,81	0,11	0,06	0,0025
2	Unter dem vorigen von 1 bis 5cm tief . .	95,29	4,71	0,08	0,05	0,68	1,50	0,32	0,35	0,0025
3	Unter dem vorigen von 5 bis 20cm tief .	86,71	13,29	0,24	0,05	1,01	1,76	0,38	0,37	0,0027
	II. Stelle.									
4	Oberflächlich von 0 bis 5cm tief . . .	95,10	4,90	0,10	0,14	0,48	1,01	0,21	0,24	0,0022
5	Unter dem vorigen von 5 bis 20cm tief . .	95,46	4,54	0,14	0,05	1,63	2,41	0,48	0,45	0,0018

Nr. 1 war Sand, Nr. 2 Bauschutt mit viel Mörtelstücken, Nr. 3 lehmiger Sand, Nr. 4 Bauschutt wie Nr. 2, Nr. 5 lehmiger Sand.

In diesem Zimmer war zwischen der oberflächlichen, 5^{cm} hohen Bodenlage und der darunter liegenden Schichte des Fehlbodens eine zweite Dielung eingefügt und zwar waren die 1½^{cm} dicken Bretter senkrecht zur Längsrichtung der Fussbodendielen verlegt.

Trotzdem war die untere Schichte sehr feucht, sie hatte einen Wassergehalt von 8 bis 10 %, die Verunreinigung des Erdreichs war in der tieferen Schichte unterhalb der 2. Bretterlage um das Doppelte grösser, als in der oberflächlichen Lage des Fehlbodens, und die Zersetzungsprocesse ebenfalls viel intensiver.

Das von oben her versickernde Wasser war also auch durch die 2. Dielung hindurch gedrungen und hatte die Füllung, da die Verdunstung hier offenbar erschwert war, stark durchfeuchtet.

Auch in der Küche war die Imprägnirung des Bodens an der Oberfläche weit geringer als in einer Tiefe von 30^{cm}. Die Quantität der Zersetzungsproducte organischer Stoffe in der Tiefe übertraf die der oberflächlichen Schichten um das 3 bis 4fache:

1 Liter Fehlbodenfüllung (grobkörniger Sand) aus der Küche des Parterre enthielt Gramme:

Tiefe des Fehlbodens	1 Liter trockener Boden wiegt Grm.	Asche	Glühverlust	Stickstoff	Aether-extract	Alkohol-extract	Wasser-extract	Kochsalz	Salpeter-säure	Am-moniak
0 bis 5^{cm} tief	1593	1572,16	20,84	0,99	0,75	5,42	17,86	2,50	1,48	0,027
5 bis 30^{cm} „	1353	1290,86	62,14	1,98	0,33	15,76	23,66	7,05	5,28	0,035
100^{g} trockener Fehlboden enthielten Gramme:										
0 bis 5^{cm} tief		98,69	1,31	0,06	0,05	0,34	1,12	0,16	0,09	0,0017
5 bis 30^{cm} „		95,41	4,59	0,15	0,02	1,17	1,75	0,52	0,39	0,0026

Die Fehlbodenfüllung in der Küche der 3. Etage war in beiden Schichten ziemlich stark verunreinigt. Die tiefere Lage enthielt mehr Salpetersäure, als die oberflächliche. Der Fussboden bestand aus 3^{cm} dicken Ziegelsteinen mit Mörtelverband. Die oberflächliche 5^{cm} hohe Sandlage war von der tieferen Schichte, wie in dem eben erwähnten Parterrezimmer durch eine zweite, festgefügte Bretterdielung getrennt.

1 Liter Fehlbodenfüllung (lehmiger Sand mit Ziegelstückchen) der Küche enthielt Gramme:

Tiefe des Fehlbodens	1 Liter trockener Boden wiegt Grm.	Asche	Glüh-verlust	Stickstoff	Aether-extract	Alkohol-extract	Wasser-extract	Kochsalz	Salpeter-säure	Am-moniak
0 bis 5 cm tief	1403	1347,26	55,74	1,57	0,46	4,39	16,86	4,20	0,07	0,018
5 bis 20 cm „	1420	1376,90	43,10	1,36	0,21	4,19	13,19	3,42	0,57	0,014
		100g trockener Boden enthielten Gramme:								
0 bis 5 cm tief	—	96,03	3,97	0,11	0,03	0,31	1,20	0,30	0,01	0,0013
5 bis 20 cm „	—	96,97	3,04	0,10	0,02	0,30	0,93	0,24	0,04	0,0010

Die Zahl der Untersuchungen über das Verhalten der Schichten-Verunreinigung in den Etagen genügt noch nicht, um allgemein gültige Schlussfolgerungen zuzulassen.

Die folgende Tabelle enthält die bisherigen Resultate:

1 Liter trockener Boden enthält Gramme:

Nummer	Tiefe des Fehl-bodens	Etage und Zimmer	1 Lit. trock. Boden wiegt Grm.	Asche	Glüh-verlust	Stickstoff	Aether-extract	Alkohol-extract	Wasser-extract	Kochsalz	Salpeter-säure	Am-moniak
1	0 bis 5 cm	I Alkov.	1377	1294,55	82,45	2,37	0,29	1,46	20,79	1,91	0,00	0,030
2	5 bis 20	I Alkov.	1429	1332,77	96,23	1,54	0,72	1,57	14,00	1,93	0,00	0,047
3	0 bis 5	III Alkov.	1035	935,87	99,13	5,30	1,77	4,17	25,19	3,45	0,00	0,217
4	5 bis 20	III Alkov.	1412	1355,45	56,55	1,86	0,14	3,52	13,09	2,81	0,00	0,013
5	0 bis 5	III Zimm. 1	1207	1080,66	126,34	4,00	2,64	6,10	28,67	5,35	0,15	0,447
6	5 bis 20	III Zimm. 1	1496	1441,29	54,71	1,94	0,24	4,02	12,76	2,65	0,60	0,058
7	0 bis 5	III Zimm. 1	1406	1296,78	109,22	4,04	2,22	5,82	22,57	4,74	0,06	0,155
8	5 bis 20	III Zimm. 1	1484	1432,64	51,36	1,66	0,39	5,52	17,62	4,90	1,34	0,012
				100g trockener Boden enthalten Gramme:								
1	0 bis 5 cm	I Alkov.	—	94,01	5,99	0,17	0,02	0,11	1,51	0,14	0,00	0,0022
2	5 bis 20	I Alkov.	—	93,27	6,73	0,11	0,05	0,11	0,98	0,14	0,00	0,0033
3	0 bis 5	III Alkov.	—	90,42	9,58	0,51	0,17	0,40	2,43	0,33	0,00	0,021
4	5 bis 20	III Alkov.	—	96,00	4,00	0,13	0,01	0,25	0,93	0,20	0,00	0,0009
5	0 bis 5	III Zimm. 1	—	89,53	10,47	0,33	0,22	0,51	2,38	0,44	0,012	0,037
6	5 bis 20	III Zimm. 1	—	96,34	3,66	0,12	0,02	0,27	0,85	0,18	0,04	0,0039
7	0 bis 5	III Zimm. 1	—	92,23	7,77	0,29	0,16	0,41	1,61	0,34	0,004	0,011
8	5 bis 20	III Zimm. 1	—	96,54	3,46	0,11	0,03	0,37	1,19	0,33	0,09	0,0008

Das Material dieser Fehlbodenproben war folgendes:

Nr. 1 war Sand, Nr. 2 Bauschutt, Nr. 3 Sand mit Stroh, Haaren und sonstigen Abfällen, Nr. 4 lehmiger Sand mit Mörtelstücken und

Hobelspänen, Nr. 5 Sand mit Haaren und Schmutz, wie er sich gewöhnlich in den Fugen zwischen den Fussbodenbrettern findet, Nr. 6 lehmiger Sand mit Ziegelstücken, Nr. 7 das gleiche Material wie Nr. 5, und endlich Nr. 8 lehmiger Sand mit Holzsplittern und Hobelspänen.

Fast sämmtliche Proben, welche von der Oberfläche der Füllungen genommen wurden, hatten einen stark moderigen Geruch.

Bemerkenswerth ist der hohe Ammoniakgehalt der Bodensorten 3, 5 und 7 und das vereinzelte, nesterweise Auftreten von Salpetersäure.

Wir haben es schon aus dem Grunde als wünschenswerth erachtet, die Zahlen, welche die Schichtenverunreinigung charakterisiren, mitzutheilen, weil sie darthun, dass wir uns durch die chemische Analyse nicht nur über den absoluten Grad der Bodenverunreinigung zu orientiren vermögen, sondern auch im Allgemeinen über momentan oder früher stattgehabte Durchfeuchtungsverhältnisse und biologische Processe, falls man die Untersuchung nicht schablonenmässig, sondern dem Zwecke und den Verhältnissen nach, modificirt, zur Ausführung bringt.

Wir haben diese Zahlen auch aus dem Grunde in diese Abhandlung aufgenommen, weil sie uns zeigen, dass an verschiedenen Stellen ein und desselben Zimmers und in verschiedenen Schichten des Fehlbodens, ganz enorme Verschiedenheiten statthaben, nicht bloss in der chemischen Beschaffenheit d. h. dem Grade der Verunreinigung, sondern auch in Bezug auf die Durchfeuchtung, in Bezug auf das mikroparasitäre Leben und die consecutiven Zersetzungsvorgänge.

Und diese Thatsachen müssen bei epidemiologischen Untersuchungen Beachtung finden.

Es ist einleuchtend, wie nothwendig es ist, schon auf so engbegrenztem Terrain, wie es der Fehlboden darstellt, den Boden schichtenweise zu untersuchen, um die Verhältnisse richtig beurtheilen zu können.

Noch viel unerlässlicher ist dies bei Untersuchungen des städtischen Untergrundes oder bei Beobachtungen über die von Abtrittsgruben, Schleussen u. dgl. ausgehende Bodenverunreinigung.

X. Der Stickstoffgehalt der organischen Substanzen im Fehlboden.

Die folgende Zusammenstellung des Stickstoffgehaltes der organischen Substanz, resp. des Stickstoffs im Glühverlust, zeigt fast durchweg hohe Werthe, wie sie Fleck bei seinen Untersuchungen des Dresdener Strassenbodens nur in solchen Bodenproben gefunden hat, die durch den Inhalt von Schleussen verunreinigt waren.

Gebäude und Stockwerk		100g organische Substanz enthalten Gramme Stickstoff	Gebäude und Stockwerk		100g organische Substanz enthalten Gramme Stickstoff
Burgstrasse 16 Parterre .	verschiedene Stellen aus mehreren Zimmern	3,59	Burgstrasse 16 3. Etage .		3,16
"		3,35	"		3,70
"		3,18	"		5,36
"		3,80	"		3,43
"		4,45	"		1,87
"		4,75	"		3,19
"		4,74	"		3,24
"		2,34	Augustusplatz Parterre .		5,15
"		1,79	"		4,67
"		3,11	"		5,09
"		3,33	"		4,67
Burgstrasse 16 1. Etage .		2,16	"		5,15
"		2,75	Stötteritzerstr. (Neureudnitz) Parterre		3,41
"		2,11	"		3,11
"		1,94	"		4,11
"		1,87	Stötteritzerstr. 3. Etage .		3,19
"		1,62	"		3,03
"		1,60	Peterstrasse 1. Etage . .		2,69
Burgstrasse 16 2. Etage .		3,01	"		3,04
"		2,98	"		3,52
"		2,54	"		3,67
"		2,60	Grimmaischer Steinweg Part.		3,33
"		2,93	Windmühlenweg Part. .	Neubauten	2,80
"		3,74	Hospitalstrasse 17 . .		2,08
"		2,31	Brandweg		3,17
Burgstrasse 16 3. Etage .		3,29	Brandvorwerk		2,60
"		2,79	Arndtstrasse		3,96

Die Mittelwerthe für die einzelnen Etagen im Hause Nr. 16 der Burgstrasse sind:

für das Parterre 3,49
für die 1. Etage 2,00
für die 2. Etage 2,87
für die 3. Etage 3,26

Diese Durchschnittszahlen lassen ersehen, dass der Stickstoffgehalt der organischen Substanz im Parterre und in der 3. Etage grösser ist als im 1. und 2 Stockwerk.

Insofern der Stickstoffgehalt, wie Fleck sagt, die Menge des im Boden aufgespeicherten Fäulnissmaterials repräsentirt, ist die ebenerwähnte Thatsache ein weiterer Grund für die auf Seite 309 gemachte Annahme.

Bevor wir die Beobachtungen mittheilen, welche eine Betheiligung der Zwischendeckenfüllungen bei der Entstehung und Verbreitung epidemischer Krankheiten wahrscheinlich machen, soll im Allgemeinen die Frage erörtert werden, inwieweit die Bedingungen für Spaltpilzbildung, in Bezug auf den Feuchtigkeitsgehalt, die Temperatur und die Quantität des Nährmaterials im Fehlboden sich vorfinden.

Aus der Entscheidung dieser Fragen wird sich die Bedeutung der Zwischendeckenfüllungen in epidemiologischer Hinsicht von selbst ergeben.

XI. Feuchtigkeit der Zwischendeckenfüllungen.

Es ist bekannt, dass sich Spaltpilze im Boden nur bei bestimmtem Feuchtigkeitsgehalt entwickeln und vermehren können.

Leider sind bis jetzt Untersuchungen über die oberen und unteren Grenzen des Wassergehaltes, bei welchen eine Vermehrung der Spaltpilze im Boden überhaupt noch möglich ist, nicht angestellt worden.

Die Angabe v. Nägeli's, dass die Bodentheilchen mit tropfbarflüssigem Wasser umgeben sein müssten, um die Vermehrung der Spaltpilze zu ermöglichen, ist eine theoretische Annahme, die nichts Quantitatives aussagt. Immerhin wird ein Boden, dessen Feuchtigkeitsgehalt zwischen Sättigung und Austrocknung schwankt, für Spaltpilzbildung und Siechhaftigkeit disponirt sein, insofern auch

die Temperatur günstig und eine bestimmte Quantität Nährmaterial vorhanden ist.

Wir haben uns auf zweierlei Wegen über das Verhalten des Fehlbodens in dieser Richtung Aufschluss zu verschaffen gesucht. Zunächst hofften wir Anhaltspunkte zur Beurtheilung dieser Frage durch die Messung der Wassermengen zu gewinnen, welche beim Scheuern des Fussbodens im Zimmer verbleiben und dann haben wir directe Feuchtigkeitsbestimmungen des Deckenfüllmaterials bewohnter Räume ausgeführt.

Bei den ersterwähnten Untersuchungen erhielten wir folgende Resultate:

Ort	Quadratfläche des Fussbodens in Quadratmeter	Gesammtmenge des versickerten Wassers in Litern	Menge des pro Quadratmeter versickerten Wassers in Cubikcm.
Kaserne Möckern, Mannschaftszimmer .	42,60	14	328
Kaserne Möckern, Mannschaftszimmer .	31,37	13	414
Zimmer im hygienischen Institut	35,8	12	335
Zimmer einer Privatwohnung	23,00	11½	500

Es braucht kaum erwähnt zu werden, dass sich die beim Scheuern versickernde Wasserquantität nicht gleichmässig im ganzen Fehlboden vertheilt, sondern dass an einzelnen Punkten des Fussbodens gar nichts oder sehr wenig, an anderen dagegen sehr viel versickert, so dass der Fehlboden an gewissen Stellen sehr trocken bleibt, während er unter den schadhaften Partien des Fussbodens stark durchfeuchtet wird.

In Folge dieses Umstandes geschieht es häufig, dass das in den oberen Etagen versickernde Putzwasser die Deckenfüllungen an manchen Stellen vollständig durchnässt und durch den Plafond in die darunter gelegenen Wohnräume hinabträufelt, eine Thatsache, die Jedermann schon beobachtet hat und die zur Genüge beweist, dass es an Feuchtigkeit in den Deckenfüllungen nicht fehlt, dass vielmehr häufig die Poren des Füllmaterials vollständig mit Wasser ausgefüllt werden.

In der Kaserne Möckern bei Leipzig, wo man früher übermässig viel Wasser zum Aufputzen verwendete, kam es fast in jeder Woche vor, dass das Putzwasser durch die Decke in die tiefer gelegenen Räume hinabrieselte, wesshalb gegenwärtig beim Scheuern nur sehr wenig Wasser verwendet werden darf.

Aus dem letzteren Grunde sind die in der obigen Tabelle mitgetheilten Zahlen für die in den Mannschaftszimmern versickernde Wassermenge Minimalwerthe, die in Privatwohnungen meist übertroffen werden.

Ausser dem Wasser, welches beim Scheuern des Bodens versickert, kommen noch diejenigen Flüssigkeiten in Betracht, welche beim Waschen des Körpers, der Geschirre etc., auf den Zimmerboden gegossen werden und deren Quantität im Verhältniss zur Quadratfläche des Wohnraumes, besonders da eine sehr beträchtliche ist, wo viele Personen in einem Zimmer wohnen, in Armenquartieren, in denen häufig ein verhältnissmässig kleiner Raum als Küche, Waschküche, Wohn- und Schlafzimmer zugleich benutzt wird.

Endlich gibt es ausser dem vom Fussboden her versickernden Wasser noch eine weitere ausgiebige Quelle der Durchfeuchtung des Deckenfüllmaterials, über welche wir weiter unten Näheres mittheilen werden.

Der Wassergehalt des Schmutzes, welcher die Fugen zwischen den Fussbodenbrettern ausfüllt, betrug nach wiederholten Bestimmungen in verschiedenen Localitäten vor dem Aufwaschen des Fussbodens 5,0 bis 8,5% und nach dem Scheuern 36 bis 38,5%.

Da diese letztere Grösse annähernd dem Porenvolumen des Schmutzes entspricht, so war derselbe jedesmal nach dem Scheuern des Fussbodens mit Wasser gesättigt.

Im Fehlboden bewohnter Gebäude ist der Wassergehalt, wie die folgenden Zahlen zeigen, in den einzelnen Etagen und Zimmern sehr verschieden gross. In ein und demselben Zimmer trifft man stellenweise auf sehr trockene, hie und da auf stark durchfeuchtete Stellen.

Wassergehalt des Fehlbodens.

I. Neubauten.

Ort	Etage	Wasser-gehalt in Proc.
Irrenanstalt	I.	4,0
Brandvorwerk	I.	6,4
Arndtstrasse	II.	8,9
Brandweg	II.	14,0
Hospitalstrasse (Postgebäude) .	II.	20,7
II. Bewohnte Gebäude.		
Augustusplatz	Parterre	6,2
dasselbe Zimmer	„	9,5
Neureudnitz-Stötteritzerstrasse 21	„	6,0
dasselbe Zimmer	„	10,1
Peterstrasse	I.	2,0
„	I.	9,2
Burgstrasse	Parterre	2,9
„	„	6,4
„	„	7,2
„	„	11,5
„	„	13,0
Burgstrasse	I.	5,5
„	I.	3,4
„	II.	0,7
„	II.	1,2
„	II.	5,5
„	II.	6,3
„	II.	9,0
Burgstrasse	III.	5,5
„	III.	6,8
„	III.	11,6

Nach zahlreichen Wasserbestimmungen, welche an Bodenproben aus einer Tiefe von 0,5 bis 4,4^{m} Monate hindurch und allwöchentlich im hiesigen hygienischen Institut vorgenommen wurden, erreichte der Wassergehalt des Erdbodens von unbebautem Areal in der Umgebung Leipzig's die Grösse von 20,7 %, welche wir im Fehlboden des neuen Postgebäudes beobachtet haben, niemals, denn die Schwankungen bewegten sich nur in den verhältnissmässig engen Grenzen von 5,2 bis 16,0 % des Bodengewichtes.

Ammon[1]) hat in Bauernhäusern, in welchen „viel gemantscht“ und viel Flüssigkeiten verschüttet wurden, beobachtet, dass in Folge der übergrossen Nässe im Fehlboden sogar die Sporen des Hausschwammes zu Grunde gingen.

Die obigen Zahlen berechtigen uns zu dem Schlusse, dass die Feuchtigkeitsverhältnisse der Deckenfüllungen für die Entwicklung verschiedener Pilzformen in vielen Fällen mindestens ebenso günstig sind wie diejenigen des freiliegenden natürlichen Bodens.

9. Die Temperatur in den Zwischendeckenfüllungen.

Die Vermehrung der Spaltpilze erreicht bekanntlich ihren Höhepunkt bei 20 bis 30° C.[2])

Wir müssen uns daher nach einem Medium in der Umgebung des Menschen umsehen, welches diese Temperatur den Infectionsstoffen darbietet.

Eine Temperatur von 30 bis 35° C. finden die pathogenen Pilze nur auf der Oberfläche des menschlichen Körpers, zwischen der Haut und der Kleidung und hie und da auch in den Wohnungen vor.

Man hat in der That beobachtet, dass bei Diphtherieepidemien diejenigen Wohnhäuser einer Stadt am heftigsten ergriffen werden, welche die höchsten Mitteltemperaturen aufweisen.

Während nun die Luft der Wohnräume die Höhe von 30° C. nur ausnahmsweise erreicht, wird diese Temperatur in den Zwischendeckenfüllungen häufiger beobachtet.

Da der Fehlboden der Wohnräume eine doppelte Aufgabe zu erfüllen hat: einmal, den Schall zu dämpfen, und dann die Wärme zurückzuhalten, so hatten wir erwartet, in den technischen Fachschriften und bauwissenschaftlichen Journalen Mittheilungen zu finden, welche die Vorzüge der gebräuchlichen Ausfüllmaterialien nach diesen beiden Richtungen hin auf Grund directer Beobachtungen darthun.

Insbesondere hatten wir Angaben über das Verhalten der Temperatur in den verschiedenartigen Deckenfüllungen zu finden gehofft,

---

1) Zeitschrift für Bauwesen Jahrg. 15 S. 344.

2) Vgl. Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen Bd. 1 S. 208 (Eidam) und Bd. 3 S. 105 (Wernich).

sahen uns aber in dieser Erwartung getäuscht und mussten leider bemerken, dass sich die bautechnische Forschung mit diesem wichtigen Kapitel der Baukunde bis jetzt gar nicht experimentell beschäftigt hat, ein Umstand, der es erklärlich macht, weshalb man heutzutage noch dieselbe Construction und die gleichen Füllstoffe für Zwischendecken verwendet, wie vor hundert und vor tausend Jahren.

Die wenigen Beobachtungen, die wir bisher über das Verhalten der Temperatur im Fehlboden anzustellen Gelegenheit fanden, zeigen, dass starke Temperatursprünge jedenfalls selten vorkommen, dass insbesondere in der Nähe des Ofens die Temperatur der Füllungen den Wärmegrad der Zimmerluft oft beträchtlich übersteigt und in jenen Grenzen sich bewegt, welche für die Pilzentwicklung sehr günstig sind.

In meinem eigenen Wohnzimmer beobachtete ich folgende Temperaturen im Fehlboden. Die Stelle, an welcher die Temperatur gemessen wurde, befand sich 15 cm vom Ofen entfernt und gerade über dem nahe bis an den Plafond reichenden Ofen des darunter gelegenen Zimmers. Leider war es mir nicht möglich die Temperatur in dem unteren Wohnraume, welcher stark geheizt wurde, festzustellen. Das Thermometer war bis in die halbe Tiefe der Füllung (7 cm tief) eingesenkt.

Zeit	Temperatur im Fehlboden	Temperatur der Luft in der Mitte des Zimmers
1. Januar 1881 Morgens .	26,9 °C.	20,0 °C.
3. „ „ Morgens .	26,7	20,6
„ „ Mittags .	26,7	25,5
„ „ Abends .	26,9	26,2
4. Januar 1881 Morgens .	26,8	18,3
„ „ Abends .	27,2	26,2
5. Januar 1881 Morgens .	27,0	21,5
„ „ Abends .	27,4	23,9
6. Januar 1881 Mittags .	27,6	26,8
„ „ Abends .	28,8	25,9
7. Januar 1881 Morgens .	27,7	19,2
„ „ Abends .	28,4	27,6
8. Januar 1881 Morgens .	27,9	18,0
„ „ Abends .	27,4	25,0
9. Januar 1881 Morgens .	26,9	17,8
„ „ Abends .	26,9	24,2

Die geringen Temperaturschwankungen im Fehlboden sind von denjenigen der Lufttemperatur des Zimmers, wie es scheint, unabhängig. Dieselben sind wahrscheinlich darin bedingt, dass die heisse Luft am Plafond des darunter gelegenen Zimmers vom Heizkörper des oberen Wohnraumes aspirirt und durch den Fehlboden hindurchgeführt wird.

Besonders in den Küchen, deren Fehlboden man häufig durchnässt findet, und in welchen auch während der warmen Jahreszeit gefeuert wird, müssen sich oft sehr günstige Züchtungsbedingungen finden.

Die Küchenkamine äussern aber auch ihre Einflüsse auf den Fehlboden von Zimmern, mit deren Mauern sie verbunden sind.

Dasselbe gilt von den Schornsteinen, welche von Grund auf aufgeführt, in den Mauern verlaufen.

Bei Untersuchungen über die Ursache der bis jetzt ganz unerklärlichen Art der Gruppirung epidemischer Krankheitsfälle nach den Zimmern und Stockwerken wird man daher, ausser vielen anderen Dingen, auf welche v. Pettenkofer aufmerksam gemacht hat, auch die Lage und den Verlauf der Kamine zu beobachten haben.

Während der Heizperiode werden durch die Feuerungsanlagen in Wohnräumen in einer bestimmten Entfernung vom Feuerheerd die für die Bakterienentwicklung zuträglichsten Wärmeverhältnisse im Fehlboden herbeigeführt.

Bald wird ein grösserer bald ein kleinerer Bezirk der Füllungen durchwärmt, wobei die Ausführung der feuersicheren Unterlage des Heizkörpers in Betracht kommt, welche bald nur aus einer einfachen Eisenplatte, einer einzelnen Schichte von Schiefersteinen oder aus mehrschichtigem auf der Holzunterlage des Fehlbodens ruhendem Mauerwerk besteht. Dazu kommt noch, dass in der Nähe des Ofens, wenn in demselben gekocht wird, der Fehlboden tagtäglich mit übergegossenen Flüssigkeiten benetzt und einem beständigen Wechsel von Durchnässung und Austrocknung exponirt wird.

Hesse[1]) fand bei seinen Untersuchungen über das künstliche Klima in Krankenzimmern eine Mitteltemperatur von 22,1 °C. Er

1) Hesse W., Ein Beitrag zur Wohnungshygiene; Eulenburg's Vierteljahrsschrift Bd. 31 S. 163.

constatirte aber auch in Wohnräumen Temperaturen von 33 ° C., welche für die Züchtung von Spaltpilzen die adäquatesten sind.

Die Beobachtungen von E. Voit und J. Forster[1]) zeigen, dass in den Schulhäusern Münchens mit Kelling'scher und Heckmann'scher Luftheizung, die Temperatur in der Nähe der Decke zwischen 20 und 26 ° C. sich bewegt, dass dieselbe auch auf 31, 32, ja sogar auf 41 ° C. steigt.

Da die Temperatur der in die Schulzimmer eintretenden Luft nach Lübcke 50 bis 75 ° C., nach E. Voit und J. Forster im Mittel 54 ° C. beträgt, so werden ganz besonders die in der Nähe der Eintrittsöffnungen[2]) gelegenen Partien des Fehlbodens stark durchwärmt werden.

Aehnliches gilt für die Warm- und Heisswasser-, sowie für die Dampfheizung, bei welchen Systemen die Leitungen bisweilen gerade über den Zimmerboden verlegt werden.

Endlich kommt noch in Betracht, dass in Folge der Zersetzungsvorgänge im Füllmaterial des Fehlbodens eine beträchtliche Temperatursteigerung hervorgebracht werden kann.

Die Spaltpilze schaffen sich auf diese Weise selber, durch ihre eigene Lebensthätigkeit, die für ihr Gedeihen günstigste Temperatur im Nährmedium.

Wir haben thatsächlich beobachtet, dass die Temperatur des Fehlbodens bei einer Zimmerwärme von 16 ° C. und ausserhalb der Heizperiode, lediglich in Folge rapid verlaufender Zersetzungsprocesse bis zur Höhe von 32 ° C. ansteigen kann.

Diese Thatsache war bisher völlig unbekannt und dieselbe scheint mir von um so grösserer Tragweite für die epidemiologische Forschung zu sein, als man in der Temperatur des Nährmediums eine der mächtigsten Potenzen der Pilzbildung erkannt hat.

1) Studien über die Heizungen in den Schulhäusern Münchens; Zeitschrift für Biologie (1877) S. 24.

2) Die Eintrittsöffnungen wurden früher bekanntlich direct unter der Decke oder nach dem Vorschlag von Lübcke im 1. Stockwerk gerade über dem Fussboden, im 2. Stockwerk unter dem Plafond angelegt.

Für die Aetiologie der Tuberculose ist die obige Beobachtung von eminenter Bedeutung.

Nach Koch bedürfen die Tuberkelbaccillen einer Temperatur von 32 ° C. zu ihrer Vermehrung, weshalb er annimmt, dass dieselbe nur im menschlichen oder thierischen Organismus vor sich gehen könne, da in der Umgebung des Menschen eine constante Temperatur wie die verlangte sich nirgends vorfinde.

Meine Beobachtungsergebnisse weisen daher die Forschung über die Aetiologie der Tuberculose auf ein neues Untersuchungsgebiet, insofern sie die Möglichkeit nahe legen, dass die Tuberkelbaccillen in den Zwischendecken ein günstiges Substrat der Vermehrung finden können.

Man wird sich in den menschlichen Wohnstätten und in ihrer Umgebung vergeblich nach einem Medium umsehen, welches in Bezug auf die Temperatur, die Anforderungen, die wir an einen, die parasitäre Lebensthätigkeit in denkbar günstigster Weise fördernden Culturapparat stellen, in so vollkommener Weise erfüllt, wie unter gewissen Umständen die Zwischendecke der Wohnräume.

Es ist eine für unsere epidemiologischen Studien sehr beachtenswerthe Thatsache, dass zwei der mächtigsten Förderungsmittel der Spaltpilzbildung, Feuchtigkeit und Temperatur in den Zwischendecken fast aller bewohnten Räume, in Folge der Anwesenheit des Menschen, seiner Thätigkeit, Gewohnheit und Bedürfnisse, in günstigster Weise sich vereinigen können.

In Bezug auf den dritten integrirenden Faktor mikroparasitären Lebens, die chemische Beschaffenheit des Nährmediums, ist unsere Kenntniss, sofern natürliche Nährsubstrate in Betracht kommen, noch ganz ungenügend.

Die Pettenkofer'sche Schule hat bekanntlich die Ansicht vertreten, dass unter sonst gleichen Verhältnissen ein stark verunreinigter Boden ein günstigeres Substrat für die Entwicklung und Vermehrung der ektogenen Infectionskrankheiten abgebe, als ein reiner Boden.

v. Nägeli[1]) trat in seinem berühmt gewordenen Buche über die niederen Pilze gegen diese, wie er sagt, „irrthümliche Ansicht" auf und meint, in offenbarer Verkennung der Sachlage, dieser

1) a. a. O. S. 173.

Grundsatz fusse weder auf Erfahrung noch auf einer haltbaren Theorie, da die organischen Stoffe nicht immer die Spaltpilzbildung im Boden vermehren, sondern in grösserer Menge dieselbe durch erhöhte Concentration der Nährlösung selbst beschränken können, so dass sogar der am meisten verunreinigte Boden wieder ebenso gesund sei, als je ein ganz reiner Boden sein kann.

Es ist wahr, quantitative Ermittelungen über die Grösse der Bodenverunreinigung in Typhus und Cholera-Infectionsheerden wurden bis jetzt nirgends angestellt.[1])

Aber sollten die statistisch erwiesenen Erfolge von sanitären auf die Verhütung von Bodenverunreinigung gerichteten Maassregeln nur Täuschung sein? Wenn auch diese statistischen Ergebnisse weit davon entfernt sind, die Beweiskraft des Experiments zu besitzen, so müssen wir denselben doch mehr Werth beilegen, als den rein hypothetischen Betrachtungen v. Nägeli's, die der experimentellen Begründung insofern ganz entbehren, als experimentelle Versuche über den Grad der Bodenverunreinigung, welcher der Spaltpilzbildung am adäquatesten ist, bis jetzt nicht angestellt wurden.

Erst wenn diese Frage durch chemische und mykologische Untersuchungen, verbunden mit Infectionsexperimenten, eine befriedigende Lösung erfahren hat, erst wenn durch umfassende physikalische, chemische und biologische Untersuchungen die Unterschiede zwischen seuchenfreiem und siechhaftem Terrain festgestellt sind, erst dann werden wir über die Bedeutung der Bodenverunreinigung urtheilen können.

Die Thatsachen, welche die Untersuchung des Fehlbodens zu Tage gefördert hat, zeigen deutlich, wie wenig die anscheinenden Widersprüche beweisen, die Nägeli (auf S. 283 seines Buches) mit sophistischer Dialectik den Assainirungsbestrebungen der praktischen Hygiene und den Ansichten der v. Pettenkofer'schen Schule gegenüberstellt.

„Wenn eine kleine, schmutzige, dumpfe Hütte, die auf feuchtem Lehm steht, siechfrei ist," sagt von Nägeli, „und ein stattliches Haus nebenan, mit grossen luftigen und glänzend hellen Wohnräumen, dessen Fundament die Lehmschicht durchbricht und auf trockenem Kies ruht, siechhaft ist, so zeigt die wissenschaftliche Zergliederung, dass in diesen Fällen die Beschaffenheit des Trinkwassers und der Wohnräume gleichgültig ist."

Wie hinfällig ist dieses Raisonnement!

1) Einen einzigen Fall ausgenommen, über den wir auf S. 363 Näheres mittheilen.

Ich sehe die Damen, die das stattliche Haus mit seinen grossen, luftigen und glänzend hellen Prunkgemächern bewohnten und die mit Wohlgefühl die parfümirte Atmosphäre ihrer duftenden Salons einathmeten, ohnmächtig niedersinken, nachdem man ihnen die duftenden Dinge enthüllte, die unter der eleganten Parqueterie des Fussbodens verborgen waren

In der That, die elendeste und scheinbar schmutzigste Hütte kann gegenüber dem Palaste ein Muster von Reinlichkeit sein, wenn man die Verunreinigung der Zwischengeschossfüllungen in Betracht zieht, die dort aus reinem Sand und hier aus dem früheren Inhalt von Kehrichtgruben bestehen können.

Lesage's hinkender Teufel Asmodi, der dem Studio aus Alcala die Dächer und Zwischengeschosse von Madrids Häusern und Palästen durchsichtig machte, würde, wenn er heute wieder erschiene, ein abscheuliches Quodlibet der ekelhaftesten Dinge in dem Fehlboden der scheinbar reinlichsten städtischen Wohnhäuser enthüllen.

Die Kenntnisse, welche wir über die Concentration von natürlichen Bodenlösungen besitzen, sind mit v. Nägeli's Ansichten nicht vereinbar.

Ein ganz reines Erdreich, wie es sich häufig in der Umgebung der Städte findet, ist ein für Spaltpilzbildung untaugliches Substrat. Als ein solches Beispiel führe ich den eisenreichen diluvialen Quarzsand Leipzigs an, welcher vollkommen frei von Nhaltigen organischen Stoffen ist, kein Ammoniak, kein Kochsalz, keine Nitrate, überhaupt keine Nährstoffe enthält.

Ein Boden muss schon enorm stark verunreinigt sein, wenn das die Poren ausfüllende Wasser die organischen Stoffe in solcher Menge lösen soll, dass hierdurch, d. h. durch die Concentration der Nährlösung die Spaltpilzbildung beeinträchtigt werden könnte.

Th. Schlösing[1]) hat Analysen von in Ackererde befindlichen Bodenlösungen ausgeführt. Die Bodenlösung wurde durch reines Wasser verdrängt. Dies geschah durch einen Apparat, der es gestattet das aufzugiessende Wasser in jeder beliebigen Intensität als künstlichen Regen auf den zu untersuchenden Boden auffliessen zu lassen (z. B. ½ Liter in 24 Stunden) und mit solcher Gleichmässigkeit, dass während seines Herabdringens, was 3, 4, selbst 8 Tage dauern kann, die Grenze zwischen der mit Wasser gesättigten Erde und der ursprünglich feuchten Erde eine ganz horizontale Linie bildet. (Hoffmann's Jahresber. für Agriculturchemie 1874 S. 36). Das Resultat der Analyse war folgendes:

1) Compt. rend. (1870) p. 70, 98.

1 Liter Bodenlösung enthielt Milligramme:

Ort	Feuchtigkeit der Erde %	Gehalt der Bodenluft an CO_2 %	freie Kohlensäure	gebundene Kohlensäure	Ammoniak	Organische Materie	Salpetersäure	Chlor	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Kieselsäure	Kalk	Magnesia	Kali	Natron
Feld von Boulogne (Dep. Seine), gedüngt mit Kalisalpeter, Asche u. Compost	18,8	0,54	91,3	107,9	—	89,9	332,4	6,7	74,5	2,8	32	227,2	20,2	156,8	14,3
Dasselbe Feld ungedüngt (Tabakbau)	19,1	0,49	45,5	72,5	—	37,5	305	7,4	57,9	0,8	13,5	264,2	13,5	6,9	7,8
Feld von Neauphle-le-Chateau [Seine et Oise] (Haferbau)	18,25	0,9	110,6	67,4	0	36,8	362	35,2	39	0,5	22,6	300,9	19,6	4,8	29,8
Dasselbe Feld nach einer ersten Verdrängung und Einwirkung von 25% CO_2 haltender Luft vom 9. bis 14. April 1869	gesättigt	25,0	720,8	308,7	—	51,8	456	32,2	52	1,4	47	608,7	33,9	4,9	42,5

Der Gehalt eines solchen Bodenwassers an organischen Stoffen und Salzen ist, wie man sieht, ungemein viel geringer als derjenige der gebräuchlichen künstlichen Nährlösungen, die wir zur Züchtung pathogener Pilze verwenden.

Es wäre sehr wichtig und zeitgemäss die Schlösing'schen Versuche von hygienischen Gesichtspunkten aus wieder aufzunehmen, um zu untersuchen, bei welcher Zusammensetzung und Concentration der Bodenlösung bestimmte Pilze am besten gedeihen. Selbstverständlich würde man ausser der Lösung auch den Boden selbst analysiren und einerseits reines Erdreich, andererseits solches aus verschiedenen Tiefen des städtischen Untergrundes im Freien, unter den Häusern und aus dem Fehlboden, in Untersuchung nehmen.

Trinkwasser aus der Leipziger Leitung, welches durch die Deckenfüllung eines stark bewirthschafteten Raumes gesickert war, enthielt nur 1,66 g lösliche Bestandtheile pro Liter.

Die Pasteur-Bergmann'sche Nährlösung enthält hingegen im Liter mehr als 100 und die Cohn'sche mehr als 20 g gelöste Stoffe.

Verschiedene anorganische Stoffe wie z. B. die phosphorsauren und die Kalisalze, welche als Nährstoffe besonders geeignet sind, fehlen in vielen Arten jungfräulichen Bodens und werden demselben erst mit den häuslichen Abfallstoffen zugeführt, steigern aber niemals die chemische Beschaffenheit der Bodenlösung so weit, dass dieselbe vermöge der Concentration antiparasitäre Wirkung äussert.

Nun kann zwar, wie v. Nägeli[1]) hervorhebt, die Bodenlösung durch theilweise Verdunstung des Wassers concentrirter werden, aber aus den oben mitgetheilten Zahlen Schlösing's, denen wir noch viele ähnliche hinzufügen könnten, und aus den folgenden Ueberlegungen geht hervor, dass auch dieser Factor, so wirksam er dem Theoretiker erscheinen mag, thatsächlich von geringer Bedeutung ist.

Enthält der Untergrund Leipzigs, in seiner natürlichen Lagerung, soweit er aus Kies und Sand besteht, ca. 22 Gewichtsprocent Wasser, dann sind alle Poren mit Flüssigkeit ausgefüllt.

---

1) a. a. O. S. 160.

Dieses Wasser wird, falls der Boden aussergewöhnlich stark, und zwar noch stärker verunreinigt ist, als das gedüngte Feld von Boulogne, höchstens 0,2% lösliche Stoffe und im günstigsten Falle 0,02% lösliche organische Substanzen enthalten.

Angenommen, es würde dieser Boden bis zu einem Feuchtigkeitsgehalt von 4,4% austrocknen, dann hätte die Bodenlösung doch erst einen Gehalt von 1% löslichen Stoffen, darunter 0,1% organische Bestandtheile, somit wäre die Concentration der Nährlösung immer noch eine sehr geringe.

Nun wurde von Seiten des hygienischen Institutes an zahlreichen Stellen des Untergrundes der Stadt Leipzig, besonders aber im neuen Leichenacker daselbst, der Boden in einer Tiefe von 0,5 bis 5^{m} wöchentlich untersucht und niemals fand sich ein Feuchtigkeitsgehalt, der geringer war als 6%, obgleich die Untersuchungen viele Monate lang fortgesetzt wurden. Der Boden bestand theils aus Humus, theils aus diluvialem Sand oder Kies, Lehm, eisenschüssigem Lehm oder Bänderthon.

Die Vermuthung v. Nägeli's, dass die Bodenlösungen in stark verunreinigtem Boden für Spaltpilze zu concentrirt und daher schädlich seien, ist somit unbegründet.

Die Resultate der bis jetzt vorliegenden Analysen von Boden und Bodenlösungen berechtigen vielmehr zu der Annahme, dass ein stark verunreinigter Boden ein geeigneteres Substrat für Spaltpilze darstellt, als ein reines oder wenig imprägnirtes Erdreich[1]).

1) Da sich Typhus- und Cholera-Infectionsstoffe im städtischen Untergrund entwickeln, und zwar wahrscheinlich in einer Tiefe von mehr als einem Meter, da fernerhin diese Schichte immer nass, meist sogar mit Wasser gesättigt ist, so ist entweder die Behauptung von Nägeli, dass Spaltpilze von nasser Oberfläche durch Luftströmungen nicht weggeführt werden können, in ihrer Exclusivität nicht gültig, oder aber die Infectionsstoffe können keine Spaltpilze sein.

v. Fodor konnte in der That experimentell nachweisen, dass Organismen auch ohne Einfluss des Windes von feuchter Bodenoberfläche entweichen können und sagt mit Recht: „Man dürfe beim gegenwärtigen bescheidenen Stande unserer Kenntnisse es nicht wagen zu behaupten, dass, nachdem aus feuchtem Boden durch Hindurchsaugen von Luft keine Bacterien zu erhalten sind, von dort überhaupt keine Infectionsstoffe mit der Grundluft entweichen können. Wir wissen nämlich nicht, ob bei der Infection die Bacterien selbst in natura, oder

v. Pettenkofer und seine Schüler sind somit in vollem Rechte, wenn sie nach wie vor, einen verunreinigten Boden unter bekannten Umständen als etwas Bedenkliches ansehen und verlangen, dass der Untergrund unserer Häuser und, wie ich hinzufügen darf, die Deckenfüllungen der Wohnräume möglichst rein und trocken gehalten werden.

Das wichtigste Ergebniss unserer Analysen beruht nicht etwa in dem Nachweis, dass die Imprägnirung der Deckenfüllungen mit Excrementen und häuslichen Abfällen eine unerwartet grosse ist, sondern darin, dass die Variationen im Grade der Verunreinigung des Fehlbodens in ein und demselben Zimmer, sowie in den einzelnen Zimmern eines Hauses und in verschiedenen Häusern unendlich zahlreich sind.

Ebenso wechselnd ist, wie wir gesehen haben, die Temperatur der Deckenfüllungen und die Menge des bei der Bewirthschaftung des Wohnraumes, beim Scheuern etc. versickernden Wassers. Wenn das letztere die Poren der Fehlbodenmasse ausfüllt, wird, je nach dem Grade der Verunreinigung, in vielen Fällen eine für die Spaltpilzbildung ungeeignete, selten eine zu concentrirte, viel häufiger eine zu diluirte Lösung entstehen. Oft kann aber auch der Fall eintreten, dass die Nährlösung gerade den Concentrationsgrad besitzt, welcher für die Vermehrung pathogener Pilze der günstigste ist.

Wenn auch bei den Analysen der Fehlbodenfüllungen vorläufig nicht die Absicht verfolgt wurde, in epidemiologischer Hinsicht directe Aufschlüsse zu erhalten, so geben uns diese quantitativen Ermittelungen doch wesentliche Factoren an die Hand, mit welchen wir rechnen und weiter arbeiten können, wenn einmal gewisse Fragen über biologische Vorgänge im Boden, über Bodenphysik und Bodenchemie mehr gefördert sein werden, als dies gegenwärtig der Fall ist.

Die angeführten theoretischen Gründe sind hinreichend um zu beweisen, dass sich im Fehlboden ganz besonders günstige Be-

---

aber jene Producte thätig sind, welche bei ihrer Entwicklung im verunreinigten inficirten Boden entstehen und welche eventuell flüchtiger sein können als die Bacterien selbst.“ v. Fodor, Hygien. Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser (Braunschweig 1881) I. Abth. S. 59.

dingungen für die Lebensthätigkeit und Vermehrung von Spaltpilzen finden. Wir sind aber auch in den Stand gesetzt, den thatsächlichen Beweis hierfür durch die quantitative Bestimmung der festen und gasförmigen Zersetzungsproducte, welche in Folge der Lebensthätigkeit von Spaltpilzen entstehen, im folgenden Capitel zu erbringen.

XI. Die Zersetzungsvorgänge im Fehlboden.

Ein Maass für die Energie der Lebensthätigkeit der Zersetzungserreger, der Spaltpilze, ein Mittel, um über die Ausdehnung und Intensität der Zersetzungsvorgänge im Fehlboden Aufschluss zu erhalten, finden wir in der quantitativen Bestimmung der Zersetzungsproducte.

Der Schmutz allein ist, wenn er dem Anblick des Menschen entzogen ist, wie im Fehlboden, und sofern er nicht etwa eine Ursache von Pilzentwicklung, Zersetzungen und Fäulnissvorgängen ist, hygienisch irelevant und bedeutungslos.

Führen die Ermittelungen über die Menge der Zersetzungsproducte zu diesem negativen Resultat, dann ist das Füllmaterial des Fehlbodens in den Wohnräumen, mag es auch noch so stark verunreinigt sein, ohne Bedeutung für die Gesundheit des Menschen; weder die theoretische Hygiene noch die Sanitätspolizei braucht ihm alsdann ihre Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Dies verhält sich nun aber nicht so.

Im Gegentheil, die Untersuchung zeigt, dass im Fehlboden bewohnter Räume Zersetzungsvorgänge ablaufen, mit einer Rapidität und in einem Umfange, gegen welche die Intensität der Zersetzungsprocesse im imprägnirten Untergrund der Städte weit zurückstehen. Diejenigen Endproducte der Zersetzung organischer Stoffe, welche der Untersuchung leicht zugänglich sind und deren Quantität mit grosser Genauigkeit festgestellt werden kann, sind Salpetersäure und salpetrige Säure, Ammoniak und Kohlensäure.

Auch die Bestimmung der Gesammtmenge stickstoffhaltiger Zersetzungsproducte (Alkoholextract), ist nicht ohne Werth.

Die Thatsache, dass sich im Fehlboden der Wohnhäuser Salpetersäure bildet, ist schon lange bekannt und praktisch verwerthet worden.

In Ungarn laugt man die Füllerde von Wohnhäusern der ärmeren Klasse, über welcher kein Dielenboden sich befindet, aus, und gewinnt daraus grosse Mengen sogenannten Gaysalpeters.

In den dürftigen Hütten der Bewohner von Funchal und Cama dos Lobos (Madeira) sah ich den Salpeter in den Ecken und in der Nähe der Wände die Spalten zwischen den kleinen Steinchen ausfüllend, mit welchen der Fussboden der dichtbewohnten engen Räume gepflastert ist.

In der Füllerde unserer Wohnräume steigt der Salpetergehalt, wie die Tabelle IV uns zeigt, auf 19 g pro Liter. Von Wichtigkeit ist die Thatsache, dass der Fehlboden des Parterre durchweg grosse Mengen von Nitraten enthält, während dieselben in den Wohnräumen der höheren Etagen nur stellenweise, besonders in den Küchen auftritt.

Da die Nitrification nach den Untersuchungen von Schlösing u. A. durch bestimmte niedere Pilze, besonders durch Spaltpilze bewirkt wird, so deutet das heerdweise Vorkommen der Nitrate in den Deckenfüllungen darauf hin, dass an den betreffenden Stellen des Zimmers die Bedingungen für die Lebensthätigkeit, Entwicklung und Vermehrung gewisser Spaltpilze besonders günstig sind oder früher einmal günstig waren. Ausserdem lässt dieser Befund den Schluss zu, dass an den betreffenden nitratreichen Bodenstellen Schimmelpilze entweder gar nicht, oder nur spärlich und unter ungünstigen Bedingungen vorhanden sind und dass jedenfalls die Energie der Spaltpilzbildung derjenigen der Schimmel überlegen ist.

Die experimentellen Versuche von Schlösing und Müntz haben ja bekanntlich gezeigt, dass Penicillium glaucum, Aspergillus nigr., Mucor mucedo, Mucor racemosus etc. bei der Nitrification unbetheiligt sind und sogar im Gegentheil die Nitrate des Nährsubstrates zunächst in organische Substanz, dann mehr oder weniger in freien Stickstoff überführen[1]).

1) Th. Schlösing et A. Müntz, Recherches sur la nitrification par les ferments organisés. Compt. rend. Tom. 87 Nr. 14 u. Virchow-Hirsch's Jahresbericht für 1878 Bd. 1 S. 127.

Andererseits beweist das Fehlen der Nitrate im Fehlboden, dass die betreffenden bei der Nitrification betheiligten Organismen entweder gar nicht vorhanden sind, oder sich in latentem Zustand befinden.

Im städtischen Untergrunde, welcher, wie jedes freiliegende Areal, der Auslaugung durch atmosphärisches Wasser ausgesetzt ist, bleibt noch der Fall möglich, dass die bei der Zersetzung organischer Stoffe entstandenen Nitrate durch die versickernden Flüssigkeiten tieferen Bodenschichten oder dem Grundwasser zugeführt wurden. In der Bestimmung des Salpetersäuregehaltes der Fehlbodenfüllung dagegen besitzen wir ein werthvolles Reagens für die Lebensthätigkeit einer bestimmten Art von niederen Pilzen. Da nun ein zunehmender Salpetersäuregehalt des Bodens ein Beweis für die Activität nitrificirender Organismen ist und eine für das Gedeihen gewisser Pilze disponirte Oertlichkeit anzeigt, so könnte man sich versucht fühlen die Salpetersäurebestimmung im Boden als Wegweiser zu benutzen, wenn man bei Epidemien nach der Bildungsstätte ektogener Infectionsstoffe sucht. Ein derartiges Vorgehen wäre aber entschieden verfrüht und die Identificirung des Cholera- und Typhusgiftes mit den activen Organismen der Salpeterbildung würde, wie Flügge[1]) mit Recht sagt, nur durch einen jener Phantasiesprünge gelingen, die nicht fördernd, sondern hemmend auf die Wissenschaft wirken. Es gibt ja auch Bacterien, welche Salpetersäure reduciren[2]), und da wir nicht wissen, ob die ektogenen Infectionsstoffe reducirende Eigenschaften haben, oder ob sie nitrificirende Wirkungen äussern, so würde, wenn ersteres der Fall wäre, wie wir schon bei anderer Gelegenheit hervorgehoben haben[3]), ein nitratreicher Boden ebenso gut zum Beweise dienen können, dass jene Bacterien und ektogenen Infectionsstoffe nicht vorhanden sind.

Gleichwohl wird man bei Fehlbodenuntersuchungen, die in inficirten Häusern zur Zeit einer Epidemie ausgeführt werden, dem

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 13 (1877) S. 448.

2) Vgl. Meusel, de la putréfaction produite par les bactéries, en présence des nitrates alcalins; Compt. rend. (1875) p. 533.

3) Ztschr. f. Biologie Bd. 14 S. 257.

Salpetersäuregehalt besondere Beachtung schenken müssen. Bei einer Typhusepidemie in Thonberg bei Leipzig fanden wir in einem inficirten Zimmer der 3. Etage einen ziemlich beträchtlichen Salpetersäuregehalt an verschiedenen Stellen der Füllung, während, wie gesagt, im Fehlboden der höheren Stockwerke selten, und immer nur an vereinzelten Stellen, Salpetersäure vorzukommen pflegt.

Die colossale Quantität der Nitrate, welche im Parterre sämmtlicher von uns untersuchten Häuser gefunden wurde (vgl. Tab. IV), illustrirt zur Genüge die Ausdehnung der im Fehlboden stattfindenden Zersetzungsvorgänge.

Die Thatsache, dass im Fehlboden eines einzigen Parterrezimmers des Hauses in der Querstrasse 342^{kg} oder 684 Pfund, also nahezu 7 Centner Salpetersäure vorhanden waren, hat alle unsere Erwartungen weit übertroffen. Zur Beurtheilung der Quantität der Nhaltigen Zersetzungsproducte stelle ich die Menge derselben, welche Fleck in den am stärksten verunreinigten Bodenproben des Dresdener Stadtbodens ermittelte, mit derjenigen zusammen, welche ich in der Parterrefüllung des Hauses Nr. 16 der Burgstrasse gefunden habe.

Ein Liter Boden enthielt Gramme Alkoholextract:

	Dresdener städtischer Untergrund	Leipziger Fehlboden aus dem Parterre Burgstr.16
Kanalgasse Nr. 28	0,39	18,94
Pragerstrasse Nr. 6	0,54	21,35
Weisseritzstrasse Nr. 25 . .	0,69	26,11
Pillnitzerstrasse	1,10	29,33
Wilsdrufferstrasse	1,24	31,12
Palmstrasse Nr. 15	2,65	32,05

Die Menge der stickstoffhaltigen Zersetzungsproducte im städtischen Untergrund, unmittelbar unter durchlässigen Schleusen ist somit verschwindend klein gegenüber der grossen Quantität des Alkoholextractes aus dem Fehlboden bewohnter Gebäude.

Der Procentgehalt der organischen Substanz des Fehlbodens an stickstoffhaltigen Zersetzungsproducten entspricht in den meisten Fällen genau demjenigen, welcher in der humusähnlichen Masse, die man in den Körperhöhlen vollkommen verwester Leichen findet, von Herrn Professor Dr. F. Hofmann constatirt wurde, d. h. er beträgt im Parterre 20 bis 25 %.

An einigen Stellen des Fehlbodens ist derselbe noch höher und erreicht sogar die Grösse von 40 bis 50 %, so dass also die Hälfte der organischen Stoffe in einem weit fortgeschrittenen Stadium der Zersetzung sich befindet.

Der Gehalt des Fehlbodens an Salpetersäure und in Alkohol löslichen Bestandtheilen gibt uns ein Bild von den früher stattgehabten Zersetzungsvorgängen.

Ein vorzügliches Mittel um die Intensität der momentanen Zersetzungen zu beurtheilen, besitzen wir in der Bestimmung der Kohlensäure, welche in Folge der Lebensthätigkeit der Fäulnisspilze und der Zersetzung organischer Stoffe im verunreinigten Fehlboden entsteht. Wir haben nur solche Bestimmungen ausgeführt und auch hierdurch ein positives und ganz überraschendes Resultat erhalten.

Da durch Versuche von Forster und Fodor der Nachweis erbracht wurde, dass die Grundluft und mit ihr bedeutende Kohlensäuremengen aus dem Boden in das Haus und dort von Etage zu Etage emporsteigen, so schien es auf den ersten Blick nicht ganz leicht zu sein, diesen Factor zu eliminiren und den Antheil, welchen die Zersetzungsvorgänge im Fehlboden an dem Kohlensäuregehalt früher bewohnter zur Zeit aber leerstehender Gebäude haben, quantitativ zu ermitteln.

Wir wählten zur Orientirung über diese Verhältnisse einen Flügel des Universitätsgebäudes, das Bornerianum, dessen Hörsäle während der achttägigen Pfingstferien nicht betreten wurden.

Am 5. Juni 1881 waren sämmtliche Räume durch das Oeffnen der Fenster gründlich gelüftet worden. Vom 6. Juni an blieben alle Fenster und Thüren bis zur Beendigung der Versuchsreihe geschlossen.

Die ersten Kohlensäurebestimmungen wurden am 9. Juni vorgenommen, und zwar habe ich in jedem Raume 2 bis 4 Proben untersucht, welche sowohl von der Decke, aus halber Höhe des Saales und vom Fussboden genommen wurden.

Nach 2 Tagen, während deren die Säle, deren Thüren und Fenster geschlossen waren, von niemandem betreten wurden, nahm ich eine zweite, der ersten analoge Reihe von Untersuchungen vor,

um zu entscheiden, ob eine Zunahme des Kohlensäuregehaltes der Zimmerluft (besonders in der Nähe des Fussbodens) eingetreten sei.

Kohlensäuregehalt der Zimmerluft pro Mille bei 0° C. und 760^{mm} Barometerstand.

	Ort der Probeentnahme	CO_2-Gehalt am 9. Juni 81	CO_2-Gehalt am 11. Juni 81	Differenz zwischen dem CO_2-Gehalt vom 9. u. 11. Juni
Parterre	Keller	0,636	0,844	+ 0,208
	Zimmer des Castellans . . .	0,669	0,690	+ 0,021
	Bibliothekzimmer im Parterre	0,670	0,746	+ 0,076
	Pissoir, Parterre	0,673	0,732	+ 0,059
1. Etage	Saal Nr. 2 am Fussboden . .	0,566	0,970	+ 0,404
	Saal Nr. 2 an der Decke . .	0,589	0,676	+ 0,067
	Saal Nr. 3 Fussboden am Ofen	0,975	1,391	+ 0,416
	Saal Nr. 3 Fussboden am Katheter	0,508	1,180	+ 0,672
	Saal Nr. 3 an der Decke (Ofen)	0,858	0,920	+ 0,062
	Saal Nr. 5 am Boden . . .	0,650	0,530	— 0,120
	Saal Nr. 5 nahe der Decke .	0,644	0,516	— 0,128
	Saal Nr. 6 am Fussboden . .	0,480	0,709	+ 0,329
	Saal Nr. 7 am Fussboden . .	0,480	1,035	+ 0,555
	Saal Nr. 7 nahe der Decke .	0,914	1,002	+ 0,088
2. Etage	Saal Nr. 8 Fussboden am Katheter	0,666	0,607	— 0,059
	Saal Nr. 8 an der Decke [Katheter] (grosser Hörsaal) .	0,593	0,600	+ 0,007
	Saal Nr. 9	0,857	0,667	— 0,190
	Saal Nr. 10 (kunsthistor. Apparat)	0,595	0,798	+ 0,595
	Abtritt über 1 Stiege . . .	0,584	0,629	+ 0,045
	Pissoir über 1 Stiege . . .	0,537	0,583	+ 0,046
	Abtritt über 2 Stiegen . . .	0,907	1,209	+ 0,302

Bei der Analyse wurde genau nach der v. Pettenkofer'schen Methode verfahren und dabei vorher noch nicht gebrauchte Flaschen verwendet, welche einen Inhalt von 11 bis 11,5 Liter hatten.

Die Resultate sind genau und zuverlässig, da durchgehends Controlbestimmungen ausgeführt wurden. Das Castellanzimmer im Parterre enthielt am 9. Juni offenbar Grundluft, resp. die Luft aus dem darunter gelegenen Keller, welcher durch eine Fallthüre mit dem Wohnraume in Verbindung stand, möglicherweise war ersteres

auch beim Bibliothekzimmer im Parterre der Fall. Bei allen übrigen Sälen ist es unwahrscheinlich, dass die Grundluft einen Einfluss auf die Zimmerluft ausgeübt hat, d. h. es muss die Zunahme im Kohlensäuregehalt zwischen dem 9. und 11. Juni ausschliesslich auf die Fäulnissprocesse im Fehlboden zurückgeführt werden. Unter anderem spricht hierfür die Thatsache, dass der CO_2-Gehalt der obersten Luftschichte, an den Zimmerdecken, durchweg wesentlich geringer war als derjenige der untersten Luftschichte am Fussboden.

Beim Hörsaal Nr. 3 konnte mit Bestimmtheit die Einwirkung der Grundluft und jeder anderen Luftverunreinigungsquelle ausgeschlossen werden.

Dieser über einer Stiege gelegene Raum hatte nämlich unter sich den grossen Vorplatz des Stiegenhauses, der durch ein offenes Thor mit der äusseren Luft communicirte und in welchem am 9. Juni ein CO_2-Gehalt von 0,467 und am 11. Juni ein solcher von 0,470 pro Mille gefunden wurde.

Die eine lange Wand des Saales hatte 5 nach dem Hofe gehende Fenster und die ihr gegenüber gelegene grenzte den Hörsaal vom Vorplatz des Stiegenhauses ab, dessen Luft am 9. Juni 0,492, am 11. Juni 0,478 pro mille Kohlensäure enthielt. Die beiden kurzen Wände begrenzten zwei Räume, deren Luft ebenfalls einen wesentlich geringeren CO_2-Gehalt hatte, als diejenige des Hörsaales Nr. 3 und über dem letzteren befand sich der grosse Saal Nr. 8, in dessen Luft am 9. Juni ein CO_2-Gehalt von 0,593, am 11. Juni ein solcher von 0,600 pro mille bestimmt wurde.

Die Quantität, um welche im Hörsaale 3 der Kohlensäuregehalt der Luft vom 9. Juni denjenigen vom 11. Juni überstieg, ist somit ausschliesslich das Product der im Fehlboden dieses Raumes vor sich gehenden Zersetzungen.

Nachdem wir am 9. Juni den Kohlensäuregehalt der Luft bestimmt hatten, wurde der Fussboden dieses Saales von uns eigenhändig und zwar in einer Ausdehnung von 8^{qm} aufgewaschen und dadurch der Fehlboden mässig angefeuchtet. Die Kohlensäureproduction des Fehlbodens war in Folge dessen eine sehr bedeutende, insofern an einer Stelle des Fussbodens eine Zunahme der Kohlen-

säure von 0,416, an einer anderen Stelle eine solche von 0,672 pro mille constatirt wurde.

Der absolute Kohlensäuregehalt stieg auf 1,391 pro mille.

Die Kohlensäuremenge, die durch meinen Aufenthalt im Zimmer, der im Ganzen 18 Minuten dauerte, in die Luft gelangt war, ist so minimal, dass sie ganz ausser Acht gelassen werden kann.

Zudem musste durch natürliche Ventilation eine grosse Menge reiner atmosphärischer Luft in den Saal diffundirt sein, die wir zu unseren Ungunsten nicht berücksichtigten.

Es kann also ausschliesslich durch die Zersetzungsvorgänge im Fehlboden die Zimmerluft in so hohem Grade verunreinigt werden, dass dieselbe als schlecht und für einen längeren Aufenthalt als untauglich und gesundheitsschädlich erklärt werden muss.

Wir dürfen nämlich den von v. Pettenkofer eruirten Grenzwerth für gute Luft von 0,7 pro mille unbedenklich auch für die durch Zersetzungsvorgänge im Fehlboden verursachte Luftverderbniss substituiren, da sich unzweifelhaft neben der Kohlensäure auch organische Gase bei den im Fehlboden vor sich gehenden Fäulnissprocessen entwickeln.

Jedermann kennt die unangenehmen modrigen „muffelnden" Gerüche, die in Wohnräumen nach dem Aufwaschen des Fussbodens entstehen. Mitunter beobachtet man in sehr alten Gebäuden einen deutlichen Fäulnissgeruch, der demjenigen, der sich in Abtrittsröhren entwickelt, nicht unähnlich ist.

Auch im Saal Nr. 2, Nr. 6, Nr. 7 und Nr. 10 war vom 9. auf 11. Juni eine beträchtliche CO_2-Zunahme (von 0,4, 0,3, 0,555 und 0,6 pro mille) eingetreten.

In jedem dieser Säle war die durch die Zersetzungen im Fehlboden bedingte Kohlensäureproduction grösser als die Kohlensäuremenge, welche sich im Abtritte über 2 Stiegen, bei offenem Abtrittsschlote entwickelte. Denn die Kohlensäurebestimmung in der Luft dieses Abtrittes ergab zwischen dem 9. und 11. Juni nur eine Zunahme von 0,302 pro mille.

Es unterliegt also keinem Zweifel, dass im Fehlboden bewohnter Häuser Zersetzungsvorgänge in grossem Maassstabe ablaufen und

dass dementsprechend eine üppige Bacterienentwicklung in demselben stattfindet.

Wolffhügel hat constatirt, dass die Luft in geschlossenen Räumen, auch wenn dieselben nicht bewohnt sind, ihren Ozongehalt verliert.

Da diese Versuche zum Theil in staubfreien, selten betretenen Räumen angestellt wurden, so dürfte dieses Resultat gleichfalls in der Verunreinigung der Deckenfüllungen, durch welche ja die Luft hindurchstreicht, begründet sein.

Es erscheint, nach den vorausgegangenen Erörterungen, angezeigt, zur Zeit von Epidemien die Kohlensäurebestimmung des Fehlbodens, sowohl in den inficirten, als auch in verschont gebliebenen Häusern vorzunehmen, um die Resultate mit denjenigen vergleichen zu können, welche in seuchenfreien Zeiten gefunden werden. Es gelingt leicht an jeder beliebigen Stelle des Fehlbodens den Kohlensäuregehalt festzustellen. Man treibt zu diesem Zwecke in die Fugen zwischen den Dielen eine unten zugespitzte Eisenröhre von ca. 5^{mm} Lichtung, mit dem Hammer bis zu jeder beliebigen Tiefe ein und verbindet dieselbe mit einer Pettenkofer'schen Barytröhre und einem Aspirator.

Sind keine Fugen zwischen den Dielen vorhanden, dann bohrt man einen auch seitlich durchlöcherten, nicht zu starken Hohlbohrer durch das Fussbodenbrett in die Füllung und verfährt in gleicher Weise.

Auf diese Art lässt sich jederzeit die CO_2-Bestimmung des Fehlbodens ausführen, ohne dass der Fussboden beschädigt wird.

XII. Die Zwischengeschoss-Füllungen als Krankheitsheerde.

1. Der Hausschwamm, Schimmel- und Fäulnisspilze im Fehlboden.

In Folge der verheerenden Wirkungen des Hausschwammes (Merulius lacrymans) in Wohnungen, ist schon seit langem die Thatsache bekannt, dass in den Deckenfüllungen sehr häufig die günstigsten Bedingungen für Pilzwucherungen vorhanden sind, welch' letztere, wie z. B. die Vegetationen des Hausschwammes, nach verhältnissmässig kurzer Zeit, enorme Ausbreitung erlangen, Holz-

und Mauerwerk zerstören und den Aufenthalt in den inficirten Räumen für Menschen unmöglich oder gefährlich machen.

Die Art und Weise, auf welche die Infection des Fehlbodens durch die Sporen des Hausschwammes zu Stande kommt verdient unsere Beachtung; denn es ist wahrscheinlich, dass auf demselben Wege auch Infectionsstoffe in die Deckenfüllungen gelangen werden.

Nach Ammon's [1]) gründlichen Untersuchungen „über das Wesen des Hausschwammes", unterliegt es keinem Zweifel, dass die Verbreitung desselben durch die Atmosphäre vermittelt wird, indem sie den Sporensamen umherträgt und ausstreut.

„Durch seine mikroskopische Feinheit, sagt Ammon, dringt er ebenso wie die Sporen des Schimmels durch die kleinsten Oeffnungen, die das Auge nicht bemerkt, überall hin, und kann sich also überall ansetzen.

Dieses thut er daher auch namentlich an den Dielungen, welche im Spätsommer und Herbst gemacht werden, wenn die Luft mit viel Sporen erfüllt ist.

In trockener Luft, an den äusseren Holztheilchen und am harten Holze innerhalb der Zimmer keimt der Schwamm durch angesetzte Sporen niemals, dagegen erscheint die Schwammbildung häufig in der Dielung zunächst den Fensternischen, weil sich die Sporen an die Fensterscheiben setzen, mit dem Fensterschweiss durch die Dielenritzen fliessen und dort vegetiren; ebenso werden auch die Sporen bei dem Scheuern mittels des Wassergusses durch die Dielenritzen gespült. Die Zerstörungen, die der Hausschwamm in Gebäuden herbeiführt, sind wie gesagt enorm.

Das keimende Sporenkörnchen erzeugt seidenartige Fäden, welche allmählich dicker werdend die Balken und Unterseiten der Dielen allenthalben überziehen, starke Wassertropfen absetzen und damit das Holz durchfeuchten. Das Holz zersetzt sich faulend, bis es schliesslich zu feinem Pulver zerfällt.

1) Vom Wesen des Haus- oder Thränenschwammes. Ztschr. f. Bauwesen Jahrg. 15 S. 344.

An einigen Stellen, namentlich an den Wänden, den Scheuerleisten, tritt der Thallus heraus, indem er Sporenträger (Sporangien) bildet, die alsbald wieder Sporen verbreiten, sobald sie eine gewisse Reife erreicht haben. Stehen Möbel oder anderes hölzernes Hausgeräth an solcher Stelle, so verbreitet sich der Thallus noch über diese, an den dunkeln, der Wand zugekehrten Seiten, indem er fortwährend Sporenträger bildet, welche hierbei eine Menge Feuchtigkeit an das Holz absetzen, das zuvor ganz trocken war.

Wenn der Thallus, wie öfters vorgekommen ist, in das Innere von Wäschespinden tritt, so sendet er seine Fäden in die Wäsche und zerstört sie dergestalt, dass sie wie Zunder auseinander fällt.

Es ist wiederholt beobachtet worden, dass der Hausschwamm in stark inficirten Wohnräumen Erkrankungen der Bewohner verursachte. So stellten sich beispielweise bei mehreren Mitgliedern einer Familie, welche Ungefug[1]) behandelte, Katarrh der Respirationsorgane und des Darmes, in einem Falle typhöse Erscheinungen ein, die ohne Zweifel durch die Einwirkungen des Hausschwammes (Merulius lacrymans), der in der betreffenden Wohnung wucherte, veranlasst waren. Die Sporen des Schwammes, welche als gelblicher Staub die Möbel in der Wohnung bedeckten, wurden auch im Auswurf der Kranken gefunden.

Eine ähnliche Beobachtung theilt mir mein Freund, Herr Architekt Robert Ochsner mit: Sämmtliche Glieder einer Försterfamilie in Wessobrunn (Oberbayern) erkrankten in den Jahren 1879 und 1880 wiederholt und lange Zeit hindurch an schweren Krankheiten der Respirationsorgane und Hautausschlägen. Der Ernährungszustand der Kranken wurde zusehends schlechter. Schon einige Zeit vorher hatte sich in den von den Patienten bewohnten Parterrelocalitäten ein unangenehmer Modergeruch bemerklich gemacht, der schliesslich so unausstehlich wurde, dass die Bewohner zum Verlassen dieser Räumlichkeiten gezwungen wurden.

Die Krankheitserscheinungen besserten sich alsbald nach der Dislocation und verloren sich schliesslich wieder gänzlich.

1) Ungefug, Vierteljahrsschrift f. gerichtl. Medicin u. öffentl. Sanitätswesen (Suppl.-Heft 1877) S. 302 (ref. in Virchow-Hirsch's Jahresbericht 1877).

Die nähere Untersuchung ergab eine weitverbreitete üppige Wucherung von Merulius lacrymans im Fehlboden und Holzwerk der betreffenden Parterrezimmer.

Ausser dem Hausschwamm, dessen Invasion die betroffenen Wohnungen allein schon durch den Geruch zu einem entschieden gesundheitswidrigen Aufenthaltsort macht, findet man sehr oft an der unteren Fläche gefaulter Fussbodenbretter und an der Oberfläche des Deckenfüllmaterials ganze Rasen von Schimmelpilzen, besonders Mucor racemosus und Penicillium.

Nach den Versuchen von Grohe, Block, Gravitz, Krannhals und Gaffky ist es eine Thatsache, dass sich gewisse Schimmelpilze im thierischen Organismus ansiedeln, Mycelium bilden und krankmachende oder tödtliche Wirkungen äussern können.

Auch beim Menschen sind durch Schimmel bewirkte Mykosen constatirt worden[1]). Wenn nun auch die Gefahren der Infection beim Menschen gering sind, so müssen wir doch unter allen Umständen Schimmelwucherungen in Wohnräumen, schon einzig und allein desshalb, weil Schimmelpilze die Nahrunngsmittel verderben und ausserdem einen unangenehmen Modergeruch verbreiten, als eine hygienische Calamität bezeichnen und nach Mitteln suchen, welche die Schimmelinvasion im Fehlboden verhüten. Die im Fehlboden vorhandenen Fäulnisspilze können bei geeigneten Züchtungsbedingungen unzweifelhaft die Gesundheit der Bewohner alteriren.

In Fehlbodenproben, welche bewohnten Häusern entnommen wurden, liess die mikroskopische Untersuchung sich bewegende Stäbchenbacterien (Bacterium termo) in grosser Menge erkennen, und nachdem die Probe bei 33° C. allmählich bis zu einem Wassergehalt von 3% ausgetrocknet war, sah man sie noch sehr zahlreich in lebhafter Bewegung.

Der wässerige Auszug der meisten Proben war bald mit Fäulnissbacterien inficirt, in einigen Proben etablirte sich stinkende Fäulniss, andere waren reich an Spaltpilzen, entwickelten aber keine Gerüche.

1) Vgl. Dr. G. Gaffky, Mittheilungen aus dem kaiserl. Gesundheitsamt Bd. 1 (1881) S. 128 u. 129.

Während die Beschäftigung mit Hunderten von Fehlbodenproben ganz gefahrlos zu sein schien, waren in einer Probe unzweifelhaft pathogene Organismen vorhanden.

Es war jene Probe aus Nr. 16/1 der Burgstrasse, die von einer Stelle stammte, an welcher der Fehlbodenraum keine Füllung erhalten hatte.

Statt der letzteren hatten sich ca. 12 cbm Schmutz angesammelt, dessen Analyse auf Seite 296 gegeben ist, und der mit Wasser befeuchtet einen intensiven Geruch nach faulenden Thiercadavern entwickelte. Dieser Geruch musste sich in dem betreffenden Hause schon öfters bemerklich gemacht haben, aber da jene Schmutzmassen im Fehlboden des Corridors und unmittelbar vor dem Abtritte angehäuft waren, so war derselbe jedenfalls der Abortgrube zur Last gelegt worden. Die riechenden Stoffe oder die Fäulnisspilze, an deren Oberfläche dieselben adhäriren, hafteten sehr hartnäckig an der Mund- und Nasenschleimhaut. So oft ich wässerige Auszüge dieses Materials bereitete, konnte ich den charakteristischen Fäulnissgeruch und Geschmack lange Zeit nicht los werden, selbst wenn ich das Laboratorium seit Stunden verlassen hatte und so oft ich mit dem durchfeuchteten Schmutze einen oder zwei Tage hindurch arbeitete, stellten sich Frösteln, Obstipation und hochgradiges Uebelbefinden ein. Die Körpertemperatur stieg auf 40,5° C. und hielt sich während zweier Tage auf dieser Höhe.

Ein energisches Laxans beseitigte zwar beide Male die Erscheinungen, die Körpertemperatur ging auf 38° C. herunter und war am folgenden Tage wieder normal, woraus man schliessen könnte, dass durch dieses Mittel die Evacuation der Pilze aus dem Intestinaltractus erzielt wurde. Da ich aber den wässrigen Auszug auch einmal, allerdings nur in geringer Menge, getrunken habe, ohne Beschwerden zu empfinden, so halte ich es für wahrscheinlich, dass die Infection von den Lungen aus erfolgt war. Auch Herr Stabsarzt Dr. B. Müller erkrankte, nachdem er im Laboratorium der Einwirkung des erwähnten durchfeuchteten Materials ausgesetzt war, genau an den gleichen Erscheinungen wie ich, obgleich er früher niemals, soweit er sich erinnert, an gastrischen Beschwerden und Obstipation gelitten hatte.

Lissauer[1]) hat als Wirkung des Einathmens von Fäulnissgasen die nämlichen Erscheinungen beobachtet, welche wir soeben erwähnt haben: Appetitlosigkeit, Kopfschmerz, allgemeine Hinfälligkeit, Uebelkeit etc.

Diese Beobachtung scheint mir von Wichtigkeit zu sein. Sie erklärt das Zustandekommen der miasmatischen Infection, ohne welche der specifische Krankheitskeim sich nicht zu entwickeln vermag.

Es ist anzunehmen, dass, nachdem die aus dem Fehlboden stammenden Fäulnisspilze die Körpertemperatur um einige Grade erhöht haben, nun auch der Infectionspilz im Körper gedeihen kann.

In ähnlicher Weise erklärt Zuelzer[2]) die Disposition des Organismus zur Aufnahme des specifischen Krankheiterregers, indem er sagt: „Das Eindringen des Typhusinfectionsstoffes in den Körper (besonders vom Darm her) wird wahrscheinlich dadurch begünstigt, dass ihm Partikelchen eines Fäulnissalkaloids beigemengt sind, welches, in der Wirkung dem Atropin ähnlich, die Darmperistaltik herabsetzt und Erweiterung der Gefässe bedingt.“ In gleicher Weise sollen nach Zuelzer heftige Gemüthsaffecte etc. wirken und zwar vermuthet er, „dass als Krankheitserreger die im Darm befindlichen organisirten Fäulnissfermente wirken, indem ihnen der Eintritt in die Blutbahn dann möglich wird, sobald unter dem Einfluss des Affectes die vasomotorischen Nerven gelähmt werden“. Jene Fäulnisspilze im Fehlboden waren jedenfalls schon seit mindestens 100 Jahren im Schmutz des Fehlbodens; denn das Gebäude war nahe an 200 Jahre alt und die Ansammlung des Schmutzes hatte voraussichtlich von dem Tag an begonnen, an welchem das Haus bezogen wurde. Gewöhnliche Fäulnissbacterien können in beträchtlicher Menge in den Magen gelangen, ohne dass sie den Organismus merkbar alteriren.

Es ist aber der Fall möglich, dass die überall verbreiteten Fäulnissbacterien bei der hohen Temperatur und den eigenthüm-

---

1) Lissauer, Ueber das Eindringen von Kanalgasen in die Wohnräume; deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege (1881) S. 364.

2) Zuelzer, Real-Encyklopädie der gesammten Heilkunde von Eulenburg (1880) Bd. 1 S. 13.

lichen Bedingungen, welche in den Deckenfüllungen vorhanden sind, in eine pathogene Varietät durch Züchtung umgewandelt werden.

Im Fehlboden kann sich unter constant nahezu gleichen Bedingungen Decennien hindurch, geschützt vor äusseren störenden Einwirkungen, Generation um Generation entwickeln und wir wissen, „dass eine Pilzspecies um so charakteristischer und um so wirksamer wird, je länger sie in dem nämlichen Medium gelebt hat[1]).

2. Pathogene Mikro-Organismen (Infectionsstoffe) in den Zwischendecken.

Einer der wenigen positiven Factoren auf dem Gebiete der epidemiologischen Forschung ist der, besonders bei Typhus und Cholera fast allerorts nachweisbare, Einfluss der zeitlichen und örtlichen Disposition.

Die causale Beziehung der Oertlichkeit zu den erwähnten ektogenen Infectionskrankheiten ist von v. Pettenkofer aufs beste argumentirt und durch Thatsachen aus allen Theilen der Erde zu unmittelbarer Gewissheit erhoben worden.

Jede Erweiterung unserer bisherigen ätiologischen Begriffe wird diesen beiden Fundamentalthatsachen Rechnung zu tragen haben und jede neue Anschauung, welche mit ihnen in Widerspruch steht, wird mit begründeter Skepsis aufgenommen werden müssen. Wenn ich im Folgenden die Möglichkeit hervorhebe, dass auch die Deckenfüllungen bei der Entstehung und Verbreitung von Infectionskrankheiten unter Umständen betheiligt sein können, so collidirt dieser Versuch der ätiologischen Deutung gewisser bisher ganz dunkler epidemiologischer Beobachtungen nicht im mindesten mit der localistischen Theorie.

Ebensowenig ist dies, wie sich im Folgenden zeigen wird, in Bezug auf die zeitliche Disposition der Fall, welche nicht minder sicher statistisch erwiesen ist, wie die örtliche und in Bezug auf welche von v. Pettenkofer und Buhl dargethan wurde, dass sie mit bodenmeteorologischen Verhältnissen in Beziehung steht[2]).

---

1) Vgl. C. v. Nägeli, Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infectionskrankheiten etc. (München 1877) S. 64.

2) Vergleiche ausser den früheren Arbeiten von v. Pettenkofer in der

Es liegt nun aber eine grosse Reihe von Thatsachen vor, welche mit Bestimmtheit darauf hindeuten, dass bei Typhus und Cholera-Infectionen, ausser dem Untergrund des Gebäudes, noch irgend etwas im Hause von ätiologischer Bedeutung ist. Wir wollen aus der grossen Zahl der hierher gehörigen Beobachtungen einige mittheilen.

Im Krankenhause zu München hat man Wände und Fussboden eines von Typhus inficirten Saales, der seitlich und nach unten von immunen Sälen umgeben war, gründlich desinficirt, gelüftet und mit neuen Betten belegt, ohne auf eine bestimmte Dauer neue Infectionen verhüten zu können.

„Man hat,“ wie Wernich sagt, „chirurgische und geburtshilfliche Kliniken in allen Theilen frisch gekalkt, gescheuert, gebohnt, mit neuem Oelanstrich versehen und doch erlebt, dass Pyämie, Hospitalbrand und Puerperalfieber in solchen Räumen stehende Gäste wurden[1]).“ Das einzige Object, was in solchen Fällen nicht desinficirt wurde, waren die Deckenfüllungen.

Bei einer Hausepidemie in der Maltheserkaserne zu Burghausen[2]) kamen sämmtliche Typhusfälle aus einem einzigen im 2. Stocke gelegenen geräumigen Mannschaftszimmer. Dieses Zimmer war mit 12 Mann belegt, von welchen 8 im Zeitraum von einem Monate an Typhus erkrankten. „Die Untersuchung ergab jedoch nichts Besonderes.“ Beim Aufreissen des Zimmerbodens fand man, dass der Raum zwischen den Bodenbrettern und der Weissdecke des darunter befindlichen mit altem Bauschutte ausgefüllt war. Erwähnenswerth ist, dass der am 5. November 1875 zugegangene Rekrut Brandner, welcher den Typhus in die Kaserne brachte, einige Tage nach seiner Ankunft während der Nacht einen blutigen Stuhl hatte, und dadurch den Boden des Zimmers erheblich verunreinigte.

Bei einer Hausepidemie im dortigen Garnisonslazareth war es wieder nur ein Krankensaal, der scheinbar günstigste, welcher

---

Zeitschrift für Biologie über diese Frage die neuen wichtigen Mittheilungen und kritischen Raisonnements von Port in: Zur Aetiologie der Infectionskrankheiten (München 1881) Finsterlin's Verlag S. 111 bis 147.

1) Wernich, Grundriss der Desinfectionslehre (1880) S. 126.

2) Apoiger, Typhus in Burghausen im Winter 1875 bis 76; Bayer. ärztl. Intelligenzblatt (1877) Nr. 10, 15.

sämmtliche Typhusfälle lieferte und zwar ergab eine nähere Untersuchung das auffallende Resultat, dass es drei Ecken des Zimmers waren, aus welchem alle jene Fälle stammten.

Holzner theilt mit, dass von 61 Schülern, welche einen Hörsaal der 2. Etage täglich besuchten, 16 an Typhus erkrankten. Die Bewohner des Parterre und die dort verkehrenden Schüler blieben alle gesund.

Warum blieben in den vier soeben citirten Zimmerepidemien die Bewohner der unteren Etagen verschont, obgleich sie der Einwirkung der inficirten Grundluft in höherem Maasse ausgesetzt waren als die Opfer der siechhaften Wohnräume?

Es ist Aussicht vorhanden, dass dieses bei fast jeder Typhus- und Choleraepidemie wiederkehrende Phänomen durch experimentelle Untersuchungen eine baldige Lösung finden wird. Wir können das Zustandekommen desselben auf verschiedene Arten erklären.

Jede Erklärungsweise hat gleiche Berechtigung, sie kann vorläufig nur theoretischer Natur sein, muss aber insofern einen praktischen Nutzen haben, als sie der experimentellen Forschung neue Bahnen vorzeichnet, die zu einem Resultate führen müssen, mag es nun positiv oder negativ ausfallen.

Nägeli versuchte das Dunkel in folgender Weise zu lichten:

„Die Thatsachen, dass zuweilen in einem oberen Stockwerke miasmatisch-contagiöse Erkrankung (an Cholera, Typhus) auftritt, während die unteren Stockwerke frei bleiben, dass ferner nicht selten nur die über einander liegenden Zimmer, sowie dass nur ein Zimmer eines Stockwerkes oder auch nur eine Seite oder eine Ecke eines Zimmers zur Infection sich disponirt zeigen, weisen, wie ich glaube, darauf hin, dass in diesen Fällen die miasmatische Grundluft eher durch die Mauern als durch die Zimmer, Gänge und das Treppenhaus aufgestiegen ist. Würde sie durch die Keller und die Zimmer gehen, so müssten wohl die Bewohner der untern Stockwerke früher ergriffen werden, als die der oberen; würde sie durch das Treppenhaus aufsteigen und von da in die Gänge gelangen, so könnte jedes Zimmer miasmatisch werden und es würde keine Beziehung zwischen den Stockwerken bestehen. In beiden

Fällen könnte namentlich nicht leicht erklärt werden, woher es kommt, dass zuweilen nur die eine Seite eines Zimmers ergriffen wird. Denn wenn Luft durch den Fussboden oder durch die Thüre einströmt, so verbreitet sie sich ziemlich gleichmässig durch den ganzen Raum. Steigt dagegen die miasmatische Grundluft durch die Mauern empor, so wird sie da ausströmen, wo die höhere Zimmertemperatur einen Zug auf sie ausübt und wo sie durch eine mangelhafte Stelle des Bewurfes oder der Tapetenbekleidung den Ausgang findet. Sie kann also in jedem Zimmer des Hauses und an jeder Stelle eines Zimmers die Mauer verlassen. — Die ausgetretene Grundluft wird sich nun allerdings rasch ausbreiten, aber die Umgebung jener Austrittsstelle empfindet doch ganz überwiegend ihre Wirkung. Gesetzt es ergiesse sich ein schwacher miasmatischer Strom an einem Punkte der Mauer in ein Zimmer, so wird eine Person, die dort beschäftigt ist, die dort gewöhnlich sich hinsetzt, oder deren Bett dort steht, inficirt, während die übrigen in dem nämlichen Zimmer beschäftigten oder schlafenden Personen noch nichts verspüren."

Gegen diese Hypothese ist einzuwenden, dass ein Aufsteigen der Grundluft durch die Mauern in verticaler Richtung bis jetzt nicht nachgewiesen ist und überhaupt als unwahrscheinlich bezeichnet werden muss. Die Versuche von Voit und Forster haben in der That gezeigt, dass die Grundluft durch die Zwischendecken der Wohnräume emporsteigt. Im hiesigen hygienischen Institut konnte ich mit dem Anemometer constatiren, dass die Grundluft durch die Zwischendecke aus dem Keller in grosser Quantität in die geheizten Parterrelocalitäten eindringt.

Der Verbreitung von Spaltpilzen in lothrechter Richtung durch die Mauern stehen in den vielgewundenen verticalen Capillarröhrchen des Mauerwerks so enorme Hindernisse entgegen, dass die Ueberführung derselben aus dem Untergrund in die höheren Etagen auf diesem Wege kaum denkbar ist.

„Eine feinporige Schicht kann als Filter wirken," sagt Nägeli, „indem die Pilze mehr oder weniger vollständig darin zurückgehalten werden. Feiner Sand, besonders aber Humus und Lehm zeigen diese Wirkung, wenn ein Strom der Bodenluft, der keinen andern Ausweg hat, durch sie hindurch gehen muss."

Wenn also schon feiner Sand und Lehm in dieser Weise wirken, so kann kein Zweifel darüber bestehen, dass sämmtliche Pilze an den feuchten Wandungen der engen Fundament- und Bankettmauercapillaren hängen bleiben, noch viel weniger werden sie durch die Mauercapillaren in die 3. oder 4. Etage gelangen können.

Die Experimente, welche Hans Buchner ausführte, um zu beweisen, dass Pilze durch gewundene Röhren in der Axe des Luftstromes unbehindert fortgeführt werden, können bei der vorliegenden Frage nicht in Betracht kommen. Die Röhren waren sehr weit, sehr kurz und von Glas, die Versuchsbedingungen somit himmelweit verschieden von den natürlichen Verhältnissen, wie sie in den Mauern bestehen.

Die Frage lässt sich nur durch Versuche, die mit Mauerwerk angestellt werden, entscheiden. Durch die porösen Bindemittel (Mörtel) kann die Verbreitung der Miasmenpilze in verticaler Richtung ebensowenig stattfinden, als durch die Steincapillaren, da die lothrechten oder Stossfugen der unteren Lage durch die Steine der zunächst darüber befindlichen Schichte gedeckt werden und meistens auf die Mitte dieser Steine treffen[1]).

Die eigenthümliche Gruppirung der Krankheitsfälle in den einzelnen Etagen muss daher eine andere Ursache haben.

Behufs theoretischer Erklärung derselben muss man zwischen Epidemien und Endemien unterscheiden.

Da wo eine ektogene Infectionskrankheit endemisch ist, werden sich in Zwischengeschossfüllungen zahlreicher Häuser die Infectionspilze finden, besonders wenn der Fehlboden aus altem Bauschutt besteht.

Auf dieselbe Weise wie jene grossen Mengen von Staub und Strassenschmutz, welche wir in den Deckenfüllungen gefunden haben, auf dieselbe Weise müssen Infectionsstoffe, die durch die Luft, oder mit den Schuhen und Kleidern in die Wohnungen

1) Vergleiche hierüber: Die Maurerkunst, Handb. zum prakt. u. theoret. Gebrauch f. Baumeister, Architekten etc. von H. Müller; Verlag von Scholtze in Leipzig S. 70 bis 73.

getragen werden, in die Fugen und durch diese in den Fehlboden gerathen. Wir haben schon erwähnt, dass dies hauptsächlich durch die mechanischen Erschütterungen des Fussbodens beim Gehen oder beim Auskehren geschieht.

Im Winter wird an den Fensterscheiben Wasserdampf condensirt und diese Flüssigkeit enthält eine Unzahl von Pilzen wie das Glycerin auf den Glastafeln, mittels deren Robin, Osborne, Salisbury u. A. den Luftstaub sammelten. An der Fensterbrüstung hinabträufelnd, gelangt dieses Wasser auf die Bodenbretter und in den Zwischenboden. Dazu kommt das schmutzige beim Scheuern des Fussbodens versickernde Wasser und die Flüssigkeiten, die Tag für Tag übergegossen werden (darunter Harn und andere Excrete).

Die Thatsachen sprechen dafür, dass Typhus- und Cholerakeimpilze ausserhalb des Körpers sich entwickeln und vermehren, und in den Wohnräumen findet sich hierzu kein geeigneteres Substrat als die Deckenfüllungen.

Wie die Infectionsstoffe aus dem Fehlboden herausgelangen, ist ebenfalls klar, insofern jeder Tritt, wenn die Ausfüllung der Fugen und die Oberfläche der Füllungen trocken ist, tausende von Spaltpilzen mit anderem Staub in die Luft der Wohnräume überführt.

Infectionen werden nur dann statthaben, wenn gleichzeitig oder vorher die durch die Deckenfüllungen aufsteigende Grundluft eine miasmatische Infection der Bewohner gesetzt hat. (In diesem Umstande ist das sog. örtliche und zeitliche Moment begründet, die Abhängigkeit der Cholera und Typhusepidemien nach In- und Extensität von Grundwasserschwankungen, der Bodentemperatur etc.)

Das neueste Heft der trefflichen, von Reinhardt verfassten Jahresberichte über das Medicinalwesen in Sachsen[1]), denen die Hygiene so manche Bereicherung ihres Wissensschatzes verdankt, enthält die Beschreibung einer Hausendemie, welche geeignet ist unsere Ansicht über das Zustandekommen der Typhus- und Cholera-

1) Elfter Jahresbericht des Landes-Medicinalcollegiums über das Medicinalwesen im Königreich Sachsen auf das Jahr 1879; Leipzig, Verlag von F. C. W. Vogel (1881) S. 41 u. 42.

infectionen zu stützen: „Besondere Beachtung heisst es daselbst, verdient die Hartnäckigkeit, mit der der Typhuskeim in dem Wohnhause eines Bauerngutes in dem Dorfe Hohburg bei Wurzen anhaftet. Es ist über dasselbe bereits im 8. Jahresberichte auf das Jahr 1876, S. 42 ff. ausführlich berichtet worden, und wurde dabei angegeben, dass, nachdem der Typhus im Juli 1874 eingeschleppt worden war, von da an bis Ende 1876 nach und nach eine Reihe von 15 gleichen Erkrankungen an Verwandten und Arbeitsleuten des Besitzers gefolgt waren. Die damals angestellten Erörterungen hatten nur zur Schliessung zweier Brunnen in dem Gehöfte geführt. Dass indess diese Maassregel nicht ausreichend gewesen war, hat sich daraus ergeben, dass nicht nur 1878 ein vor kurzem angezogener Knecht an einer abortiven Form des Typhus, sondern auch 1879 die junge Frau des Besitzers, der wieder geheirathet hatte, und eine Magd, beide wenige Wochen nach ihrem Einzuge ebenfalls an Typhus erkrankten. Nach den angestellten Erörterungen wurde es am wahrscheinlichsten, dass die Keimstätte der Typhusinfection in der Wohnstube des Gutes sich befinde, denn nur hier hatten die sämmtlichen seit 1874 Erkrankten vielfach ihren Aufenthalt genommen.

Auf Wunsch des Bezirksarztes Dr. Butter und mit Zustimmung des Gutsbesitzers wurden Bodenproben aus dem Untergrunde der Wohnstube nach Bloslegung desselben, sowie auch aus dem der Schlafstube, der Hausflur und dem vor der Hausthüre befindlichen entnommen, und theils chemisch durch die chemische Centralstelle, theils mikroskopisch vom Medicinalrath Dr. Birch-Hirschfeld untersucht. Konnte auch erstere Untersuchung der Sache nach nur eine Verunreinigung des Bodens durch organische Stoffe als in mässigem Grade vorhanden nachweisen, so ergab auch die letztere in Verbindung mit Züchtungsversuchen mittels der Pasteur'schen Nährflüssigkeit, dass aus den Bodenproben der Schlafstube keine, aus denen vor der Hausthüre eine nur mässige, aus denen der Wohnstube und der Hausflur dagegen eine ziemlich reichliche Bacterienentwicklung stattfand. Konnte selbstverständlich auch hier das Vorhandensein des Typhuskeims nicht erkannt werden, so bewies doch das Resultat, dass der betreffende Boden zum Theil

durch organische Stoffe und niedere Organismen, welche auf das Ablaufen fauliger Zersetzungsprocesse in demselben hindeuten, verunreinigt war."

Auf den Rath des Bezirksarztes Dr. Butter hat der Besitzer die Füllung unter den Dielen einen Meter tief ausgegraben und durch neuen Estrich ersetzen lassen. Hoffentlich wird über den Erfolg dieser Maassregel von Seite des Medicinalcollegiums Mittheilung gemacht werden.

Bei endemischen ektogenen Infectionskrankheiten sind die Infectionsstoffe, wie in dem eben citirten Falle, dauernd in den Deckenfüllungen der Häuser in grosser Menge vorhanden und vermehren sich daselbst, so oft eine Durchfeuchtung bei gleichzeitiger Durchwärmung statthat.

In Folge dessen kommen überall Erkrankungen vor, wo die Bedingungen für die miasmatische Infection günstig sind. Die Zunahme oder Verminderung der Krankheitsfälle ist daher nur von dem zeitlichen und örtlichen Moment abhängig.

Bei Epidemien nicht endemischer Infectionskrankheiten muss, der Theorie zufolge, von dem Zeitpunkte der Einschleppung des Infectionsstoffes bis zum eigentlichen Ausbruch der Seuche, ein längerer Zeitraum liegen, während dessen die Vermehrung des ektogenen Infectionsstoffes in den Deckenfüllungen von Statten geht. Wir sehen nun in der That, dass bei Typhus- und Choleraepidemien zwischen den ersten eingeschleppten Erkrankungen und dem Eintritt der Massenerkrankungen mehrwöchentliche krankheitsfreie Intervalle sich einschieben, welche zu der Annahme drängen, dass eine Vermehrung der in geringer Menge importirten Infectionspilze auf irgend einem ädaquaten Substrat in der Umgebung des Menschen statthaben muss.

So kommen bei der Cholera-Epidemie des Jahres 1873 bis 74 in München die ersten von Wien her eingeschleppten Fälle am 25. Juni vor, aber erst am 20. Juli wurden die ersten Fälle unter den Bewohnern der Stadt beobachtet, die Epidemie erreichte Mitte August ihre Höhe.

In der überaus heftigen Cholera-Epidemie im Jahre 1873 zu Magdeburg waren von Anfang April bis Ende Mai 8 Personen an Cholera erkrankt. Darauf folgte eine seuchenfreie Zeit, bis gegen Mitte Juli die Massenerkrankungen ihren Anfang nahmen.

Die vielfach discutirte Typhus-Epidemie in Lausen begann am 10. Juni 1872 mit vier Erkrankungen in einem vereinzelt stehenden Bauernhause, oberhalb des Ortes; es folgt eine Pause bis zum 7. August, an welchem Tage plötzlich 10 und an weiteren 9 Tagen 47 Personen erkrankten.

Bei der von Volz beschriebenen Typhus-Epidemie in Gerlachsheim erkrankten am 15. September 1878 vier Angehörige derselben Familie. Bis Mitte December kamen keine weiteren Fälle vor, nun erkrankten aber in dem kleinen Orte innerhalb 14 Tagen 50 Personen und die Epidemie dauerte bis zum April. In gleicher Weise konnte man bei fast allen Typhus- und Cholera-Epidemien, zwischen den ersten eingeschleppten Erkrankungen und dem eigentlichen Beginn der Epidemie eine mehrwöchentliche krankheitsfreie Intermission constatiren.

Nach den vorausgegangenen Erörterungen und Analysen bestehen an verschiedenen Partien des Fehlbodens grosse Differenzen im Grade der Durchfeuchtung, Verunreinigung und Durchwärmung der Füllung. Die für Pilzbildung geeigneten Bedingungen können sich demnach nur an bestimmten Stellen oder Nestern des Zimmers in günstigster Weise vereinigen und es wird demnach eine Person, „die daselbst beschäftigt ist, die dort gewöhnlich sich hinsetzt, oder deren Bett dort steht, inficirt, während die übrigen in dem nämlichen Zimmer beschäftigten oder schlafenden Personen" von der Krankheit frei bleiben. Das Verschontbleiben einzelner Etagen können wir uns an der Hand der diblastischen Theorie Nägeli's auch in der folgenden Weise erklären:

Bei dem von Holzner mitgetheilten Falle beispielsweise können wir uns vorstellen, dass die im Untergrund des Hauses gebildeten „Miasmenpilze" (Nägeli) mit der Grundluft ins Haus transportirt wurden, aber in zu geringer Zahl, als dass sie zur Herbeiführung der miasmatischen Disposition ausgereicht hätten; deshalb blieben die Bewohner des Parterre gesund. In der Deckenfüllung der zweiten Etage, durch welche die Grundluft ihren Weg nahm, waren die Bedingungen für die Vermehrung der im Untergrund des Hauses gebildeten und in geringer Menge ins Haus transportirten Miasmenpilze günstig und aus diesem Grunde wurden nur diejenigen Schüler in grosser Zahl inficirt, welche in der 2. Etage täglich verkehrten.

Die mit grossem Scharfblick und bis ins Detail gehender Genauigkeit verfassten, mustergiltigen Berichte v. Pettenkofer's[1])

1) Berichte der Choleracommission für das deutsche Reich.

über die Choleraepidemien in den Straf- und Zuchthäusern Laufen, Rebdorf, Wasserburg und Lichtenau, zeigen ebenfalls in unverkennbarer Weise, dass die Infectionsquelle in bestimmten Zimmern eines Hauses gelegen sein kann, dass in den Wohnräumen eine Vermehrung der Krankeitsorganismen statthat.

In ein und demselben Gebäude, dessen zahlreiche Bewohner unter ziemlich gleichen Lebensbedingungen sich befanden, erkrankten nur bestimmte Gruppen und zwar solche, welche ein und denselben Schlaf- oder Arbeitssaal gemein hatten. „Von denjenigen, welche in denselben Sälen schliefen, erkrankten stets nur solche, die den Tag über in inficirten Sälen arbeiteten und von denjenigen, welche in gesunden Sälen arbeiteten, nur solche, welche in inficirten Sälen schliefen, am meisten aber hatten solche zu leiden, welche Tag und Nacht in einem inficirend wirkenden Theile des Hauses zubrachten."

In dem Schlafsaal Nr. 97 des Gefängnisses Laufen war die Vertheilung der Krankkeitsfälle eine ganz sonderbare und räthselhafte. In diesem Saale schliefen 23 Gefangene, dem Handwerk nach 13 Spinner und 10 Weber. Unter den Spinnern kam kein Cholerafall vor, während von den 10 Webern 6 an Cholera starben und einer an Cholerine erkrankte. Nichts konnte ausfindig gemacht werden, was dieses verschiedene Verhalten der Spinner und Weber im Saal 97 hätte erklären können. Dass der Grund nicht etwa in der Beschäftigung lag, geht daraus hervor, dass 14 Spinner, die in anderen Sälen schliefen, an Cholera erkrankten. „Ich bedaure", sagt v. Pettenkofer, „dass mir dieser merkwürdige Umstand im Saale 97 nicht aufgefallen war, während ich in Laufen war, und dass ich nicht einmal die Bettstellen der Einzelnen constatirt habe. Ich weiss jetzt nun, dass man künftig noch viel mehr ins Einzelne gehen muss als bisher, um auf dem Wege der Exclusion zu sicheren Schlüssen gelangen zu können. Sollte es vielleicht immune Inseln auch in inficirten Schlafsälen geben, wie es solche an inficirten Orten giebt?"

In der That konnten auch bei der Choleraepidemie im Arbeitshause Rebdorf in den von der Seuche ergriffenen, über einander

liegenden Sälen von der Krankheit heimgesuchte inselartige Stellen constatirt werden[1]).

Die Genese dieser Fälle kann in gleicher Weise erklärt werden, wie die von Apoiger, Colin, Holzner u. A. beschriebenen Zimmerepidemien. Weit eher als Möbel, Betten und Wände sind die Deckenfüllungen als Nährboden für ektogene Infectionsstoffe geeignet. Sie stellen gleichsam Culturapparate im Grossen dar und vereinigen in vielen Fällen alle Bedingungen, welche der Vermehrung von Spaltpilzen günstig sind: genügende Feuchtigkeit, geeignete Temperatur und reichlichen Gehalt an Nährmaterial.

Im Jahre 1877/78 herrschte in der Schlosskaserne zu Kempten eine Diphterieepidemie. Im Jahre 1879/80 brach in derselben Kaserne der Typhus aus und zwar vertheilten sich die Typhen auf die nämlichen Mannschaftszimmer wie damals die Diphteriefälle.

Dr. Paur[2]), welcher diese Epidemie beschrieben hat, kommt durch eingehende Untersuchungen zu dem Schlusse, dass die Infectionen vom Zwischenboden ausgingen.

Die Zimmer- und Gangböden waren in der anfangs des vorigen Jahrhunderts erbauten und seit 1805 als Casernement benützten fürstbischöflichen Residenz in hohem Grade defect und in den von 600 Menschen belegten Zimmern war eine grosse Menge animalischer und vegetabilischer Abfallstoffe, mit Hülfe einer Abundanz von Putzwasser, zwischen die weichhölzernen, ausgetretenen Dielen unter die Zimmerböden gerathen.

„Sind bei solchen Verhältnissen nicht die Bedingungen zur Pilzbildung erfüllt“, fragt Paur, „und sollten oberirdische Keimstätten nicht ebenso für zymotische Krankheiten gedeihlich sein, wie unterirdische? Selbst der starre Anhänger der Bodentheorie wird hierin keine Durchlöcherung des Princips, sondern eine Erweiterung der Grenzen desselben finden können.“

Eine exquisite Hauskrankheit ist nach dem übereinstimmenden Urtheil aller Autoren die „infectiöse Pneumonie“.

---

1) v. Pettenkofer, Berichte der Choleracommission für d. deutsche Reich; 4. Heft.

2) Aerztliches Intelligenzblatt (Jahrg. 1881) S. 344.

In einer sehr werthvollen und gediegenen Abhandlung berichtet Kerschensteiner, dass in der Gefangenenanstalt zu Amberg vom 1. Januar bis 28. Mai 1880 von 1200 gefangenen Sträflingen 161, d. h. ungefähr jeder 7. Sträfling, an Pneumonie erkrankten. Bei einer historischen Nachforschung stellte sich heraus, dass die Lungen- und Brustkrankheiten in der Anstalt schon immer epidemisch und schubweise aufgetreten waren.

Die Ursache der Infectionen lag in den Schlafsälen und zwar handelte es sich nach Kerschensteiner um einen nicht transportablen Krankheitserreger, der an der Localität haftet.

Wenn wir also sehen, dass, wie hier Jahrzehnte hindurch, fort und fort immer wieder dieselbe Infectionskrankheit in einem Raume wiederkehrt, so muss das die Krankheitserreger ernährende Substrat zwischen den vier Wänden des Wohnraumes, vor äusseren störenden Einflüssen geschützt, vorhanden sein. Unter solchen Bedingungen befinden sich aber nur die Zwischendeckenfüllungen. Decke und Wände, deren Feuchtigkeitsgehalt für Spaltpilzbildung selten ausreicht, werden periodisch abgekratzt und frisch geweisst, der Fussboden gescheuert, geölt, mit Farbe bestrichen. Die Fehlbodenfüllung allein bleibt intact, nur wird ihr periodisch das zur Pilzbildung nothwendige nährstoffhaltige Wasser zugeführt. Im Fehlboden müssen daher die Infectionsherde, die Infectionserreger gesucht werden; und da es sich um ein bestimmtes zugängliches Object handelt, so ist es wahrscheinlich, dass man sie findet, oder wenigstens die zur Reproduction nothwendigen Bedingungen ausfindig macht und beseitigt.

Zu ähnlichen Resultaten wie Kerschensteiner gelangten Gründler[1]), Kuhn[2]), Leichtenstern[3]), Ritter[4]) u. A.

Im Allgemeinen ist auch bekannt, dass die im Freien lebende Bevölkerung, obwohl sie dem Wind und Wetter preisgegeben ist,

---

1) Gründler, Pneumonie in den Kasernen von Magdeburg (Militärärztl. Zeitschrift 1875).

2) Kuhn, Pneumonie-Hausepidemie in der Moringer Strafanstalt (Deutsch. Archiv f. klin. Medicin 1878) Bd. 21 S. 4.

3) Leichtenstern, Volkmann's klin. Vorträge Nr. 82.

4) Ritter, Eine Hausepidemie in Uster (Deutsches Archiv f. klin. Medicin) Bd. 25 S. 53.

seltener an Pneumonie leidet, als die in ihren geschlossenen Häusern vor Zug und Kälte geschützte Stadtbevölkerung, der Soldat weniger im Felde, als in der Garnison (Köhnhorn[1]).

Die Frage, ob die Sputa der Phthisiker infectiöse Stoffe enthalten, ist zwar noch nicht entschieden, aber die objective Prüfung der diesbezüglichen experimentellen Untersuchungen und die ärztliche Erfahrung macht es mehr als wahrscheinlich, dass dies der Fall ist. Die Quantität der Sputa eines Phthisikers beträgt nach Renk's[2]) Untersuchungen 5 bis 7 kg pro Jahr. Besonders in den ärmlichen Wohnungen gelangt ein grosser Theil hiervon auf den Fussboden, weshalb auch die Deckenfüllungen Infectionsmaterial in grosser Menge enthalten, welches nach dem Austrocknen der Füllungen als feiner Staub in die Luft gelangt.

In Gefängnissen hat man nun zwar durch bessere Ernährung, bessere Ventilation, kurz durch Pflege der Hygiene in den einzelnen Räumen die Krankheiten der Digestionsorgane etc. vermindert, aber die Morbidität und Mortalität an Phthise ist sich gleich geblieben. Da hier weder Luftmangel noch schlechte Luft angeschuldigt werden kann, so liegt die Ursache wahrscheinlich darin, dass man den Infectionsherd, die Deckenfüllungen, nicht beachtet hat.

Eine andere Hauskrankheit ist die Diphtheritis. Dass die Infectionserreger derselben in den menschlichen Wohnräumen das Substrat finden, auf welchem sie sich reproduciren und von welchem Infectionen der Bewohner ausgehen, ist eine feststehende Thatsache.

„An Orten, an welchen wiederholt die Krankheit Platz gegriffen," sagt Klebs[3]), „können weitere und gewöhnlich ausgebreitete Epidemien erwartet werden, und gibt es Localitäten, an welchen der Process geradezu endemisch geworden.

---

1) Köhnhorn, Vierteljahrsschrift f. gerichtl. Medicin u. öffentl. Sanitätswesen.

2) Diese Zeitschrift Bd. 11 S. 102.

3) Klebs, Real-Encyklopädie der gesammten Heilkunde; herausgeg. von Eulenburg (Wien u. Leipzig, Urban u. Schwarzenberg 1880) Bd. 4 S. 159.

Dabei erweist sich derselbe als durchaus unabhängig von den äusseren Verhältnissen des Klimas, des Lebens, des Wassers und der Luft. Diphtheritis ist demnach eine infectiöse Krankheit, deren Keime in der unmittelbaren Nachbarschaft des Menschen und seiner Wohnung fortwuchern und lange daselbst latent und wirksam bleiben können, sie ist demnach eine eigentliche „Hauskrankheit“.

Claes[1]) u. A. beobachteten das wiederholte Auftreten von Diphtherie in denselben Häusern einer Stadt, ohne dass der Infectionsstoff neu eingeschleppt war, somit eine Zeit lang latent in diesen Häusern fortlebte.

Es ist mir aus meiner ärztlichen Thätigkeit in München in Erinnerung, dass in einem Hause der Lindwurmstrasse zwei Kinder einer Familie, welche ein einziges Zimmer der 3. Etage bewohnte, in Intervallen von 3 bis 4 Monaten von heftiger Diphtherie beide wiederholt befallen wurden. Das jüngere Kind im Alter von 3 Jahren wurde tracheotomirt und starb bei der zweiten Infection.

Als nach 6 Monaten die Familie das Zimmer verlassen hatte, erkrankte ein Kind der neuen Miethsleute und eine erwachsene Person an der gleichen Krankheit[2]).

---

1) W. Claes, Die Diphtherie in Mühlhausen in Thüringen während der Jahre 1865 bis 68 (Referat in Virchow-Hirsch's Jahresberichte für 1870) Bd. 2 S. 132.

2) Hier verdient auch eine Beobachtung von Krieger Erwähnung, welcher in den Wohnungen von 22 Familien, welche besonders von Croup und Diphtherie heimgesucht waren, sodann in 30 anderen Wohnungen, welche in auffallender Weise trotz innigen Verkehrs mit den ersteren verschont blieben, eine grosse Reihe fortlaufender Temperaturbestimmungen ausführte. Besonders zum Vergleich geeignet waren 10 Arbeiterwohnungen von gleicher Grösse, Beschaffenheit und Einrichtung in zwei dicht neben einander stehenden Häusern, von deren Bewohnern eine Familie in vier verschiedenen Jahren 4 Kinder an Diphtherie und Croup verlor und in einem der Jahre gleichzeitig die beiden übrigen Kinder daran erkranken sah, während in den anderen neun Familien in all' dieser Zeit nur 1 Fall vorkam.

Es ergab sich, dass die Wohnräume der disponirten Familien im Winter stärker geheizt und ihre aus Maximal-, Minimal- und Momentantemperatur bestimmten Durchschnittstemperaturen, um einige Grade höher waren als in den andern. (Mitgetheilt in Sander's Handb. d. öffentl. Gesundheitspflege; Leipzig 1877 S. 113.)

Wenn auch nicht sicher, so ist es doch in hohem Grade wahrscheinlich, dass in diesen Fällen die Infectionsquelle im Zimmer war und da die Deckenfüllungen zur Conservirung und Vermehrung der Mikroorganismen weit günstigere Bedingungen bieten, als die Wände, so lenkt sich der Verdacht in erster Linie auf diese. Sie sind in der That das einzige Object im Hause, welches Jahrhunderte lang von äusseren störenden Eingriffen verschont bleibt. Vielleicht liegt in ihnen die wesentliche Ursache, dass verschiedene Volkskrankheiten, welche schon in früheren Jahrhunderten geherrscht haben, heute noch nicht von der Erde verschwunden sind.

Ich theile nun schliesslich noch die Analyse von Fehlboden aus einem Hause (Neureudnitz, Stötteritzerstrasse 21) mit, in welchem innerhalb eines Monats ca. 25 Typhusfälle vorgekommen waren. Der Fehlboden stammt aus einem Parterrezimmer, von welchem die Epidemie ihren Ausgang nahm und aus einem Zimmer der 3. Etage, in welchem 2 Fälle, darunter ein tödtlich verlaufener, vorgekommen waren (s. Tabelle auf S. 372).

Auffallend war in diesem Fehlboden zunächst der hohe Wassergehalt des Bodens, welcher im Parterre 10,5, in der 3. Etage 9,8% betrug. Ausserdem ist der ausserordentlich hohe Gehalt an in Wasser löslichen Stoffen im Parterre, und die beträchtliche Menge von Salpetersäure in der 3. Etage bemerkenswerth. Gewöhnlich findet man im Fehlboden der Etagen keine Nitrate. Das Vorhandensein derselben in so grosser Quantität beweist, dass Zersetzungsprocesse organischer Stoffe in ausgedehntem Maasse stattgefunden hatten.

XIII. Hygienische Massregeln zur Verhütung der Gefahren, welche die Deckenfüllungen der Wohnräume verursachen können.

Wir haben im Vorhergehenden gesehen, wie tief die Menschen, ohne dass sie es wissen, in ihrem eigenen Hause im Schmutze stecken und wieweit unsere Häuser, die Hütten der Armen, wie die Wohnungen der Reichen und die Paläste der Fürsten, von dem Ideal einer reinlichen und gesunden Wohnstätte entfernt sind.

Wir sehen daher auch, dass die Krankheiten, deren Brutstätte im Hause zu suchen ist, die Paläste nicht verschonen.

Die Kraft und die Gesundheit, die „Zufriedenheit und Ruhe" des Volkes beruht zu einem guten Theil in seinen Wohnstätten,

1 cbm trockener Fehlboden enthielt Kilogramme:

Etage	1 cbm trock. Boden wiegt Kilogramme	Asche	Glühverlust	Stickstoff	Aetherextract	Alkoholextract	Wasserextract	Kochsalz	Salpetersäure	Ammoniak	Bodenart
Parterre, oberste Lage, 0,5 cm hoch .	1335,7	1279,026	56,674	1,937	2,458	1,015	8,629	0,321	0,174	0,047	Sand
Parterre, 2. Lage, 1 cm hoch . . .	1335,7	1268,647	67,052	2,084	1,229	4,728	54,109	1,443	1,830	0,031	Sand
Parterre, 3. Lage, 0,5 m hoch . . .	1336	1316,161	19,839	0,815	1,269	8,550	28,337	2,100	2,004	0,007	Sand
3. Etage, 1. Stelle	1494	1457,905	36,095	1,150	3,690	1,628	4,780	0,269	0,284	0,018	Kies
3 Etage, 2. Stelle	1494	1454,574	39,426	1,195	1,076	0,807	5,692	0,598	0,747	0,015	Kies

100 g trockener Fehlboden enthielten Gramme:

Etage	Asche	Glühverlust	Stickstoff	Aetherextract	Wasserextract	Kochsalz	Salpetersäure	Ammoniak	Alkoholextract
Parterre, oberste Lage, 0,5 cm hoch .	95,757	4,243	0,145	0,184	0,646	0,024	0,013	0,0035	0,076
Parterre, 2. Lage, 1 cm hoch . . .	94,980	5,020	0,156	0,092	4,051	0,108	0,137	0,0023	0,354
Parterre, 3. Lage, 0,5 m hoch . . .	98,515	1,485	0,061	0,095	2,121	0,157	0,150	0,00053	0,640
3. Etage, 1. Stelle	97,584	2,416	0,077	0,247	0,320	0,018	0,019	0,0012	0,109
3. Etage, 2. Stelle	97,361	2,639	0,080	0,072	0,381	0,040	0,050	0,001	0,054

sie sind ein Gradmesser für die Cultur eines Volkes und, wie Fodor[1]) sagt, ein wichtiger Factor der socialen Wohlfahrt.

Wir dürfen daher erwarten, dass sowohl die Bauwissenschaft wie der Staat mit aller Energie die baldige und radicale Beseitigung der im Obigen constatirten groben, ja geradezu unerhörten Missstände erstreben wird.

Uns kann nur die Aufgabe zufallen, die Anforderungen, welche die Hygiene in Bezug auf die Deckenfüllungen stellen muss, zu formuliren. Sache der Techniker wird es sein zu entscheiden, durch welche Mittel die hygienischen Desiderate am besten befriedigt werden können. Auf Grund unserer gegenwärtigen Anschauungen über Ursache und Wesen der Infectionskrankheiten müssen wir verlangen, dass zur Ausfüllung der Fehldecken nur ein von organischen, stickstoffhaltigen Stoffen freies, trockenes Füllmaterial verwendet werde. Höhere stickstofffreie Kohlenstoffverbindungen dürfen in geringer Menge vorhanden sein, wenn das Füllmaterial Ammoniakfrei ist.

Weiterhin ist es wünschenswerth, dass die Ausfüllmasse frei sei von Salzen, welche Schwefel, Phosphor, Kali und Magnesia enthalten.

Auf die Abwesenheit von schwefelsauren Salzen ist besonders auch deshalb zu achten, weil nach v. Pettenkofer und Radlkofer's Untersuchungen Merulius lacrymans besonders in Füllungen vorkommt, die einen hohen Gehalt an schwefelsauren Salzen, besonders an schwefelsaurer Bittererde haben. Die Thränen des Schwammes sind sehr reich an diesen Salzen. Man glaubte, das Haus durch Benutzung von Füllmaterial, in welchem durch hohe Temperaturen alle Keime vernichtet waren, schützen zu können und verwendete deshalb Kohlenschlacken. Allein gerade dieses Material ist reich an Schwefel und in Gegenden, in denen es ausschliesslich verwendet wird, ist auch der Schwamm gemein, ebenso da, wo viel Gyps bei Herstellung der Zwischendecken in Anwendung kommt.

---

1) Vergleiche hierüber v. Pettenkofer's u. v. Fodor's geistreiche Betrachtungen in: v. Pettenkofer, Populäre Vorträge Heft 1 u. Dr. J. v. Fodor „Das gesunde Haus"; Braunschweig, Verlag von Vieweg u. Sohn (1878) S. 9 bis 13.

Ferner liegt ein Nachtheil in dem Umstand, dass die Capillaren der Schlacken das Wasser schwammartig ansaugen und hartnäckig zurückhalten.

Ein hoher Gehalt der Schlacken an Schwefelcalcium kann alle jene Missstände zur Folge haben, auf welche wir weiter oben aufmerksam gemacht haben.

Die Communen werden zweckmässig diejenigen Materialien, welche für die betreffende Gegend am geeignetsten sind, den Bauunternehmern empfehlen oder vorschreiben. Die Auswahl kann nur auf Grund der chemischen Analyse, welche von hygienischen Sachverständigen auszuführen ist, getroffen werden.

In der Umgebung der meisten Städte wird reiner Sand, Kies etc. in genügender Menge zu finden sein, welcher den erwähnten Normen Genüge leistet.

Für Leipzig ist der rothe, eisenreiche Sand und Kies, der sich an vielen Stellen der städtischen Umgebung zu mächtigen Schichten anhäuft, als billiges Füllmaterial um so mehr zu empfehlen, als derselbe nach den oben mitgetheilten Analysen fast lediglich aus kieselsauren und eisenhaltigen Verbindungen besteht und vollkommen frei von Nhaltigen organischen Stoffen ist.

Wie können wir nun aber der späteren Verunreinigung des Fehlbodens durch häusliche Effluvien, welche in bewohnten Gebäuden mit der Zeit immer einzutreten pflegt, vorbeugen?

Das Versickern von Flüssigkeiten durch die Fugen und Poren des Holzfussbodens ist offenbar die Hauptquelle dieser Verunreinigung. Dieselbe ist in den Etagen, wo die Beschaffung des Wassers umständlicher und mühsamer, der Verbrauch deshalb geringer ist, weniger stark als im Parterre. Durch die Erbauung von Wasserleitungen, mit denen nun auch zahlreiche kleinere Städte Deutschlands versehen sind, wird sich der Verbrauch des Wassers in den Etagen wesentlich steigern und dadurch die Imprägnirung und Durchfeuchtung der Zwischengeschossfüllungen zunehmen.

Durch diesen Umstand können jene Typhusepidemien verursacht worden sein, welche kurz nach der Errichtung von Wasserleitungen in einzelnen Städten ausgebrochen sind.

Man könnte nun denken dadurch, dass man den Wasserverbrauch beim Aufwaschen des Fussbodens auf ein Minimum reducirt, das Versickern von Abfallstoffen zu verhüten und auf diese Weise den Fehlboden trocken und rein zu erhalten.

Es kann aber auch ohne Mithilfe des Wassers oder von Flüssigkeiten überhaupt eine Verunreinigung der Fehlbodenausfüllung zu Stande kommen.

Mit unseren Schuhen und Kleidern tragen wir tagtäglich grosse Mengen von Strassenschmutz in die Wohnungen. Derselbe haftet am Fussboden, trocknet aus und gelangt als Pulver oder Staub, reich an Nährmaterial für Mikroorganismen durch die Fugen zwischen den Fussbodenbrettern, ebenso wie wir dies bei den Sporen des Hausschwammes gesehen haben, in Folge der Erschütterungen des Fussbodens, welche durch das Gehen hervorgebracht werden, in den Fehlboden. In gleicher Weise finden Epidermisschuppen, Haare und die verschiedenartigsten staubförmigen Partikel, sowie auch niedere Pilze auf mechanische Weise diesen Weg.

Fernerhin kann das Ausfüllmaterial feucht werden, wenn auch kein Wasser von oben her versickert.

Durch Bestimmungen der Kohlensäure, der Temperatur und Feuchtigkeit in übereinander liegenden Räumen haben E. Voit und Forster[1]) dargethan, dass auch in nicht geheizten, noch mehr aber in geheizten Gebäuden eine vom Keller und dem Parterre nach den oberen Etagen stattfindende Luftbewegung existirt und dass grosse Mengen Luft und Feuchtigkeit durch die Zwischendecken von Etage zu Etage emporsteigen.

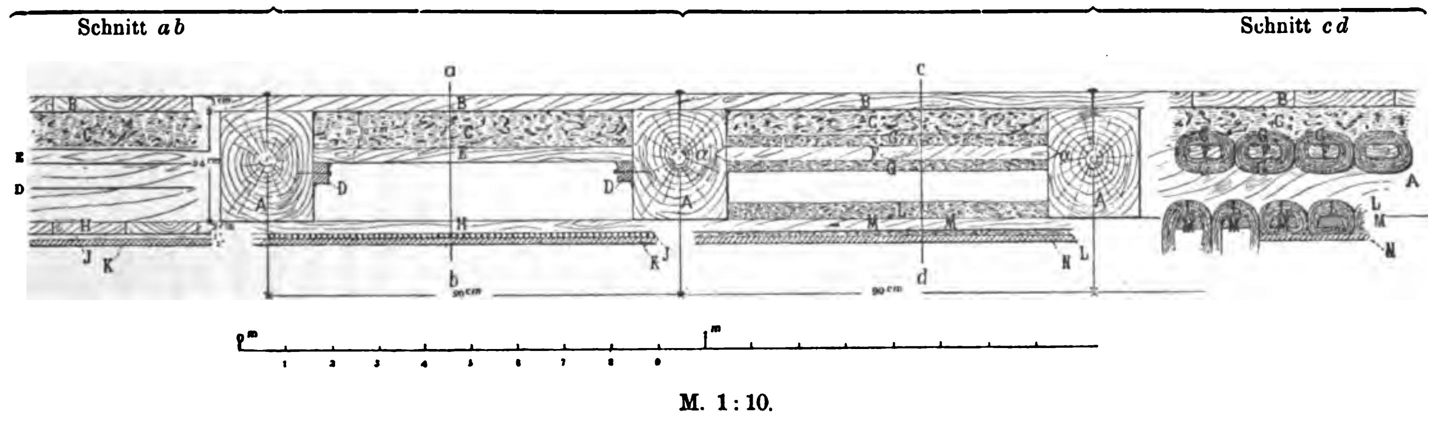
Wenn nun die Luft aus den Wohnräumen der unteren Etage in den Deckenraum gelangt, welcher von den Schalbrettern *H* (Fig. 1) und den Zwischenbodenbrettern *E* (Fig. 1) eingeschlossen wird, dann kann sich, falls das Fehlbodenmaterial eine niederere Temperatur hat als die Luft des darunter gelegenen Wohnraumes, Wasser condensiren. Das Condensationswasser beschlägt die Fehlbodenbretter *E* und gelangt durch capillare Attraction in die Poren der Ausfüllmasse.

---

1) Forster, Zusammenhang der Luft in Wohnung und Boden (Ztschr. f. Biologie Bd. 11 S. 393 u. ff. — E. Voit u. Forster, Studien über die Heizungen in den Schulhäusern Münchens (Ztschr. f. Biologie Bd. 13 S. 1 u. ff.).

Fig. 1.

Constructionen des Fehlbodens.



System A_1: Die Füllung *C* auf einer dicht schliessenden Verschalung *E* zwischen den Etagenbalken *A*. Diese Verschalung *E* durch Latten *D* getragen.

B = in beiden Systemen der Fussbodenbeleg, Bohlen, Dielen etc.

C = „ „ „ die eingebrachte Füllung (gegen Schallleitung und Wärmeverlust).

E = die den Fehlboden resp. die Füllung tragende Bretterschalung.

D = die an *A* angenagelten Unterstützungslatten.

H = eine quer unter den Etagenbalken *A* hinlaufende Verschalung zur Aufnahme und Befestigung.

J = „Verrohrungsschichte“ (aus Schilfrohr, Schilfmatten); an ihr haftet der Deckenverputz K besser.

K = der Deckenverputz („Decke, Plafond“) geweisselt, vergipst, bemalt, mit Stuckornamenten etc.

System B_1: Die Füllung *C* ruht auf dem „gewickelten Zwischenboden“ *FG*. Dieser wird hergestellt, indem die Wickelhölzer *F* mit einem aus Stroh und Lehm hergestellten zähen Mörtel (Strohlehm) umwickelt und in den Führungsschlitz *α* des Etagenbalkens *A* dicht an einander gepresst werden.

F = das Wickelholz und *G* der ungewickelte Strohlehm.

M = sind die bei der „Verlättelung“ im Gegensatz zur „Verrohrung“ angewandten Deckenlatten, welche mit Zwischenräumen

(*L*) unter den *A* hinlaufen; auf sie wird Strohlehm *L* gebreitet,

(*N*) derselbe unten verstrichen und mit Deckenverputz *N* versehen.

Zahlreiche Beobachtungen bestätigen die Richtigkeit dieser Erklärung.[1])

Wenn nun pro Tag, was leicht möglich ist, 540^{cbm} Luft von 20 ° C. und einer relativen Feuchtigkeit von 70 % durch den darüber liegenden Fehlboden, welcher eine Temperatur von 10° C. hat, hindurch strömen, so verlieren sie im Tage 1560^{g} Wasser und in einem Monate würde dadurch der Fehlboden mit 47 Liter und in 5 Monaten mit 235 Liter Wasser durchfeuchtet werden.

In Erwägung aller Eventualitäten kommen wir daher zu dem Schlusse: Dass gegen die Imprägnirung des Fehlbodens durch häusliche Abfallstoffe und gegen die dadurch bedingten Gefahren nur ein luft- und wasserdichter Abschluss desselben gegen die Wohnräume schützt.

Man verwendet gegenwärtig zur Isolirung Cement oder Asphaltschichten, in welche Fliesen u. dgl. eingebettet werden.

Diesen Massnahmen stehen jedoch hygienische Bedenken gegenüber, die nicht unterschätzt werden dürfen.

Die Fliesen sind sehr gute Wärmeleiter, werden daher häufig kalt, der Aufenthalt in den damit belegten Wohnräumen oft unbehaglich und nachtheilig sein.

Man hat zwar, um diesen Einwand zu beseitigen, die Erfahrung zu Rathe gezogen, allein der Beweis für die Unschädlichkeit dieser Fussbodenconstruction kann nur durch Temperaturbeobachtungen erbracht werden.

Gropius und Schmieden[2]) empfehlen die Pflasterung mit Mettlacher Fliesen in Cementbettung, welche im Evacuationspavillon der Berliner Krankenanstalt Bethanien in Anwendung gebracht wurde, als in jeder Hinsicht zufriedenstellend. Sie verweisen auch auf die günstigen Erfahrungen, welche man im Tempelhofer Baracken-Lazareth gemacht hat, wo die während des ganzen Winters 1870/71 benutzten Baracken mit einem Fussboden von Ziegelpflaster versehen sind, welches in einigen mit einem Cement-, in anderen mit einem Asphaltguss überdeckt ist. Uebelstände in Folge der Kälte des Fussbodens haben sich hierbei angeblich nicht herausgestellt.

---

1) Beispiele dieser Art beschreibt Eduard Pötzsch in der Zeitschrift f. prakt. Baukunst (14. Jahrg.) S. 150.

2) Ztschr. f. Bauwesen, redigirt von Erbkam (Berlin 1873) S. 132 u. 133.

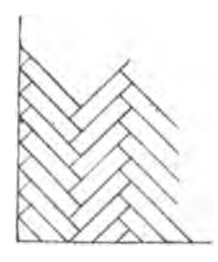
Im vorerwähnten Evacuationspavillon ist die Fussbodenconstruction derart, dass auf einem flachen Klinkerpflaster kleine Pfeiler aus je zwei Ziegeln errichtet und mit flachen Ziegeln überdeckt sind, auf denen Mettlacher Fliesen in einer Cementbettung ruhen.

Diese Einrichtung soll von Seite der ärztlichen Sachverständigen die günstigste Beurtheilung erfahren haben, weshalb das städtische Curatorium den Beschluss fasste, die im Erdgeschoss gelegenen grossen Krankensäle sämmtlicher Pavillons des städtischen Krankenhauses in Friedrichshain mit Fussböden von Mettlacher Fliesen ebenfalls versehen zu lassen.

Es liegt wie gesagt auf der Hand, dass derartige Fussböden aus Materialien, welche die Wärme sehr gut leiten, gerade hierin einen wesentlichen Nachtheil gegenüber den Holzfussböden besitzen müssen. Gropius und Schmieden gestehen dies auch zu, wenn sie sagen: „dass die Unbequemlichkeiten an sich im Vergleich mit den sanitären Vortheilen für nicht erheblich erachtet wurden."

Der gelungene Versuch in die Asphaltisolirschichte Holztäfelung statt der Fliesen etc. einzubetten, trägt wesentlich zur Beseitigung des erwähnten Missstandes bei.

In französischen Kasernen, Krankenhäusern, Kirchen und Gerichtssälen hat man nach einer Mittheilung von Schott[1]) schon vor etwa 20 Jahren Holzfussböden in Asphaltbettung zur Anwendung gebracht und in den zahlreichen Casematten der neuen Forts von Metz wurden diese Fussböden im Verlauf der letzten Jahre zur vollsten Zufriedenheit der Festungsbaubehörden ausgeführt.


Fig. 2.

Man verwendet zu den in Rede stehenden Böden 6 bis 10^{cm} breite, 30 bis 50^{cm} lange und 2,5^{cm} starke Brettstückchen aus Eichenholz, die man nach dem bekannten Fischgratmuster in eine 1^{cm} dicke Lage von heissem Asphalt eindrückt. (Fig. 2.) Um möglichst festes Anhaften des Holzes an den Asphalt und möglichst schmale Fugen zu erzielen,

1) Deutsche Bauzeitung (9. Jahrg. 1875) S. 88 u. 149).

werden die Seiten der Brettchen nach unten zu etwas abgehobelt, so dass der Querschnitt derselben keilförmig wird. (Fig. 3 u. 4.)

Fig. 3.

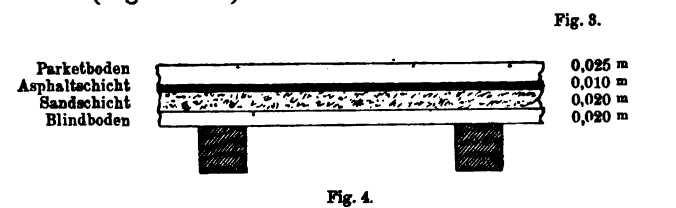


Fig. 4.

Durch diese Dielungsart wird bei sorgfältiger Ausführung ein vollständiger Abschluss des Fehlbodens vom Wohnraume erzielt, der letztere vor Feuchtigkeit geschützt und in mehrstöckigen Gebäuden die Luft der unteren Stockwerke von den Stuben der oberen abgehalten, was besonders in Krankenhäusern ein bisher wenig beachtetes hygienisches Erforderniss ist und bis jetzt durch kein anderes Mittel erreicht werden konnte.

Die Holzasphaltböden verhüten ferner, dass inficirende Emanationen der Erde in die Wohnräume dringen.

Bekanntlich legt das Weibchen der Hauswanze ihre Eier häufig in die Ritzen der Fussböden und besonders in den Kasernen nimmt auch anderes Ungeziefer in denselben überhand, was beim Holzasphaltboden, da derselbe fugenfrei ist, nicht eintreten kann.

In Metz betragen die Kosten pro Quadratmeter 12,50 Fr. In Gegenden, wo das Eichenholz und der Arbeitslohn billiger und die Wege nach den Baustellen kürzer sind als in Metz und wo eine wünschenswerthe Concurrenz der Unternehmer vorhanden ist, wird sich der Preis wesentlich niedriger stellen und bei grösseren Arbeiten wohl auf 8 Mark und weniger pro Quadratmeter herabsinken, also die Kosten gewöhnlicher Parketböden nicht überschreiten, während die in Asphalt verlegten Fussböden letztere an Dauerhaftigkeit und Brauchbarkeit für die oben erwähnten Zwecke weit übertreffen (Schott[1]).

Einer allgemeinen Einführung derartiger Fussböden durch baupolizeiliche Bestimmung steht der Kostenpunkt entgegen.

---

1) Vergleiche auch: Deutsche Bauzeitung 1875 S. 149 „Ueber die Vorzüge der Holzfussböden in Asphalt" von Architekt Adolf Fuchs.

Dagegen darf und muss durch die Baustatuten, zumal in Schulen und öffentlichen Anstalten, eine durchaus fugenfreie Herstellung der Fussböden verlangt und nur eine solche Construction als zulässig bezeichnet werden, welche gewährleistet, dass beim Eintrocknen der Bretter keine Fugen entstehen.

Die sogenannten Patentfussböden[1]) und andere erfüllen diese Forderung, ohne dass die Kosten der Herstellung diejenigen der gewöhnlichen Fussböden wesentlich übersteigen.

Da durch die Beseitigung der Fugen allein die Durchfeuchtung der Deckenfüllungen noch nicht verhütet werden kann, so muss weiterhin durch Tränken der Fussbodenbretter mit heissem Oel oder mit Leinölfirniss und Oelfarbenanstrich dem Eindringen von Flüssigkeiten entgegengewirkt werden.

Die letzteren Maassnahmen sind um so mehr zu empfehlen, als durch dieselben das Reinigen des Fussbodens erleichtert, der Wasserverbrauch beschränkt und die Staubbildung im Zimmer vermindert wird.

Das Scheuern des Fussbodens muss mit möglichst wenig Wasser ausgeführt und die nassen Dielen mit trockenen Tüchern getrocknet werden.

In der Geschäftsordnung für die Verwaltung der königlich preussischen Garnisonsanstalten finden sich hierüber besondere Bestimmungen, aber ausschliesslich mit Rücksicht auf die Conservirung des Holzwerkes und die Verhütung der Schwammbildung. Nach einem Erlass des Militärökonomie-Departements vom 23. Aqril 1863 nimmt dassèlbe Anstand, ein Scheuern der Kasernenstuben mit Wasser öfter als dreimal im Jahr — im Frühjahr, Sommer und Herbst zu gestatten.

Es wird jedoch empfohlen in der Zwischenzeit den Fussboden mit nassem Sand von Zeit zu Zeit abreiben zu lassen.

Diese Reinigungsart wird nun aber, wie ich durch Messungen in hiesigen Kasernen constatirte, in praxi so ausgeführt, dass ebensoviel oder noch mehr Wasser im Zimmer zurückbleibt, als beim Scheuern mit Wasser.

---

1) Vgl. Bauausführungen von Fr. Engel (Berlin 1881) S. 411 u. 412.

Das zum Reinigen des Bodens und der Putzlappen bestimmte Wasser muss recht oft gewechselt d. h. das Ausringen der letzteren jedesmal in einer grossen Qantität reinen Wassers vorgenommen werden.

Wir heben ausdrücklich hervor, dass durch alle diese Massregeln das Versickern von Flüssigkeiten und die Verunreinigung des Fehlbodens nur vermindert, nicht aber verhütet werden kann. Garantie bietet nur der wasser- und luftdichte Abschluss der Wohnräume von den Deckenfüllungen.

Die allseitige und vollständige Beseitigung der Fehlbodenfüllungen aus den Wohnräumen und die Ersetzung derselben durch eine ebenso billige Deckenconstruction, welche den Zweck der ersteren erfüllt, ohne ihre Nachtheile zu besitzen, ist vorläufig ein hygienisches Ideal, dessen Verwirklichung der Baukunde vielleicht doch gelingen wird.

Sehr zu empfehlen sind Zimmerbodendielungen, welche leicht zu entfernen sind, so dass der Fehlboden von Zeit zu Zeit blossgelegt, einer periodischen Ocularinspection und Reinigung unterzogen und eventuell durch frische Füllung ersetzt werden kann.

Für die Sanitätspolizei war bisher der Fehlboden, dieser grosse Schmutzbehälter in unseren Wohnräumen, eine terra incognita, auch die theoretische Hygiene hatte ihm keine Beachtung geschenkt. Vergebens sucht man in der sanitären Gesetzgebung der europäischen Reiche und der transatlantischen civilisirten Staaten oder in ortspolizeilichen Baustatuten Vorschriften über die Anlage und die Reinerhaltung der beträchtlichen Erd- oder Aschemassen, die in jedem Wohnraume unter dem Fussboden angehäuft sind.

Bei Vorschriften über die Construction der Zwischendecken war die Verhütung von Feuersgefahr bisher das einzige Leitmotiv.

Dies ist z. B. auch bei der jüngst erschienenen „Normalen Bauordnung" der Fall, welche Prof. R. Baumeister[1]) auf Veranlassung und unter Mitwirkung des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieurvereine bearbeitet hat. Obgleich dieselbe nach den 4 Momenten sich gliedert, „welche eine Abgrenzung des Gemein-

1) R. Baumeister, Normale Bauordnung nebst Erläuterungen (Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag 1881).

wohls gegenüber dem individuellen Belieben erheischen, nämlich Freiheit des öffentlichen Verkehrs, Feuersicherheit, Gesundheit und Festigkeit der Construction", so ist doch in Bezug auf die Deckenfüllungen von jeder hygienischen Forderung abstrahirt.

Wir zweifeln nicht, dass man in Zukunft dieses Object, welches gegenwärtig an die Theorie und experimentelle Forschung wichtige Fragen stellt, den Hauptkapiteln der praktischen Bauhygiene beiordnen wird.

Wir glauben triftige Gründe genug angeführt zu haben, welche die Sanitätsbehörden schon jetzt zu einer strengen Ueberwachung von Bauausführungen veranlassen müssen.

Wo dies nicht geschieht, da werden die Präservativmaassregeln, welche erst zur Zeit drohender Krankheitsgefahr inscenirt werden, durch den indischen Spruch gerichtet: „Es nützt nichts den Brunnen zu graben, wenn aus dem Hause schon die Flamme bricht."

Das Gesetz der Schwächung des Schalles bei seiner Fortpflanzung in der freien Luft.

Von

Karl Vierordt.

Dass die Schallstärke beim Hören aus der Luft im Verhältniss des Quadrates der Entfernung von der Schallquelle abnimmt, hat von jeher als unbezweifeltes Dogma der physicalischen und physiologischen Akustik und als ein nothwendiges Postulat der Grundprincipien der Mechanik gegolten. Die Lehrbücher der Physik erwähnen freilich nichts von Experimenten, die in dieser Richtung angestellt wurden; bloss in Radau's „Lehre vom Schall" München 1869 S. 79, sind Beobachtungen von Delaroche und Dunal angeführt, welche, mittels einer offenbar nicht glücklich gewählten Versuchstechnik, von 5 ganz gleichen Uhrglocken die eine an einem Endpunkt einer gemessenen Standlinie, die vier andern am entgegengesetzten Ende aufstellten. Nun wurde der Punkt bestimmt, wo der Ton der einen Glocke ebenso laut erschien, als der der vier andern zusammengenommen. Es fand sich, dass dieses der Fall war, wenn der Beobachter ihn aus einer zweimal so grossen Distanz hörte, als den Ton der einzelnen Glocke.

In der zweiten Auflage seiner Physik (1871) äussert sich A. Mousson vorsichtiger Weise folgendermaassen: „Da das Ohr die Stärke der Wahrnehmung nur höchst unvollkommen beurtheilt, man zudem bis jetzt kein genaues Mittel zur Messung der Schallstärke besitzt, so fehlt dem ohne Zweifel richtigen Gesetz die genaue Bestätigung der Wahrheit."

Wir können bekanntlich Schalle und Töne von beliebiger Intensität durch Herabfallen von Gewichten auf eine vibrationsfähige

Platte herstellen; nur war die Berechnung der Schallstärke früher eine falsche, indem man nach bekanntem Fundamentalprincip a priori glaubte annehmen zu müssen, die Schallstärke entspreche der lebendigen Kraft, die der Fallkörper im Moment seines Aufschlagens auf die vibrationsfähige Platte besitzt.

Ich zeigte auf dem Versuchsweg (Ztschr. f. Biologie 1878 Bd. 14 S. 300), dass das akustische Maass der Schallstärke nicht durch das Geschwindigkeitsquadrat, sondern annähernd durch die einfache Geschwindigkeit gegeben ist, welche das Fallgewicht im Augenblick seines Aufschlagens hat.

Oberbeck, auf einer ganz andern und zwar objectiven Messungsmethode fussend, kam (in Wiedemann's Annalen der Physik, 1881, Bd. 13 S. 22) ebenfalls zu dem Ergebniss, „dass die Schallintensität nicht proportional der aufgewandten Energie wächst — — dass sie viel langsamer wächst als die Fallhöhe h und eher proportional der Quadratwurzel aus der Fallhöhe sich verhält".

Statt des von mir angegebenen Exponenten $E = 0{,}5$, so dass die Schallstärke bei gleichen Fallgewichten $= h^{0,5}$ wäre, kam Oberbeck für Bleikugeln zu einem Werth $h^{0,63}$ und berechnet denselben aus meinen älteren Versuchen zu $h^{0,61}$. Erneute unter sehr verschiedenen Bedingungen des psychophysischen Experimentes angestellte Versuche, die ich in der Zeitschrift für Biologie Bd. 17 (1881) S. 361 veröffentlichte, führten mich zu dem Werth $h^{0,59}$.

Die Schallstärken können also mit einer zur Prüfung des vorliegenden akustischen Gesetzes völlig genügenden Sicherheit aus den messbaren Versuchsbedingungen berechnet werden. Aber auch die Leistungen unseres Gehöres sind sehr viel genauer, als man physikalischer-, ja selbst physiologischerseits wohl allgemein anzunehmen geneigt ist. Vor allem ist unser Ohr für eben noch merkliche, also denkbar schwächste Hörempfindungen in so hohem Grade befähigt, dass in einer Reihe aufeinander folgender Versuche die zur Erzielung der Hörschwelle erforderliche objective Schallstärke nur innerhalb geringer Grenzen schwankt. Ausserdem vermag das Ohr bekanntlich zwei objectiv gleichstarke oder nur mässig differente Schalle oder Töne desselben Timbres als gleichstark zu erkennen, resp. an denselben einen eben noch merklichen geringen Unterschied

der Intensität zu empfinden, wie schon 1856 meine früheren Schüler Renz und A. Wolf, namentlich aber neuerdings C. Nörr durch Messungen nachgewiesen haben und wie auch von Volkmann seiner Zeit bestätigt worden ist.

Zum Experimentiren über die Schwächung des Schalles bei dessen Fortleitung in der Luft müssen selbstverständlich grosse Abstände des Ohres von der Schallquelle und geeignete Oertlichkeiten, vor allem ein möglichst ebenes freies Feld ausgewählt werden, ganz abgesehen von vielen sonstigen, zum Theil naheliegenden, ja selbstverständlichen Nebenbedingungen, die sorgsam zu berücksichtigen sind, aber hier in Kürze nicht besprochen werden können.

Die zunächst mitzutheilenden Versuche (Tab. I) stellte ich mit Hilfe eines Schallpendels an, — auf dessen specielle Beschreibung ich wiederum verzichten kann [1]) — welches ein kleines wagrecht liegendes Elfenbeinplättchen in Erschütterung versetzte. Das Hämmerchen des Pendels war an seiner Aufschlagstelle, um den Schall abzuschwächen, mit einer Lage von sehr dünnem Leder überzogen. Da, wie oben erwähnt, die Schallstärken der 0,59 Potenz der Fallhöhe des Fallkörpers proportional sind und letztere (unter den gegebenen Versuchsbedingungen) dem Sinus s des Elevationswinkels des Schallpendels entsprechen, so ist die relative Schallstärke am Pendelapparat = Num (0,59 log · Sinus s).

Bei den nachfolgenden Versuchen wurde mein Ohr zunächst in denjenigen Abstand von der Schallquelle (Elfenbeinplättchen) gebracht, bei welchem ich bei einer Elevation des Schallpendels um nur wenige Grade die Schwellenempfindung hatte. Dies war z. B. bei einem Abstand von 13,74 Meter der Fall. Die Schwellenempfindung trat dann bei einem Elevationswinkel von ungefähr 5° ein; bei den einzelnen Versuchen desselben oder verschiedener Tage änderte sich der Elevationswinkel — um (bei dem genannten Abstand des Ohres von der Schallquelle) die Schwellenempfindung zu erzielen — nur sehr wenig.

---

1) Die stählerne Pendelstange ist 112,4^{mm} lang und sammt dem aus Elfenbein gefertigten Hämmerchen 5,424^{g} schwer. Der statische Druck des Pendelhämmerchens auf dessen Unterlage beträgt 3,729^{g}.

Bei den Versuchen wurden für das Ohr vier Abstände von der Schallquelle abgesteckt, die sich wie 1 : 2 : 3 : 4 verhielten, also 13,74 — 27,48 — 41,22 — 54,96 Meter betrugen. Viele zur genaueren Würdigung der Versuchsbedingungen erforderliche Bemerkungen muss ich übergehen und für spätere Mittheilungen in einer die Messung der Schallstärke und des Schallleitungsvermögens der Körper behandelnden Schrift, die ich nach vieljähriger Arbeit im nächsten Jahr vollenden zu können hoffe, vorbehalten.

Die beiden nachfolgenden Versuchsreihen wurden am 20. und 22. Mai ds. Js. an zwei verschiedenen Localitäten eines freien und störenden Geräuschen möglichst wenig ausgesetzten Feldes bei leidlicher Windstille (auf der Waldhauser Höhe bei Tübingen) angestellt.

Die in relativen Werthen (wie erwähnt 0,59 Potenzen der Sinus der Elevationswinkel des Schallpendels) ausgedrückten Schallstärken waren eben noch im Stande, bei den entsprechenden Abständen vom Ohr eine Schwellenempfindung auszulösen.

Tabelle I.

Abstand des Ohres von der Schallquelle in Metern	Erster Versuchstag		Zweiter Versuchstag	
	Elevationswinkel in Graden	Schallstärke	Elevationswinkel in Graden	Schallstärke
13,74	$4^3/_4$	182529	5,5	199130
27,48	13,5	336650	$11^3/_4$	310571
41,22	31,5	541530	33,0	555000
54,96	53,0	701060	56,0	711200

Die Differenzen der auf einander folgenden Schallstärken betragen

154121 und 111441
204880 244429
159530 156220

Aus den je 6 möglichen Kombinationen der Schallstärkenwerthe der Tabelle I erhalten wir für die Schallschwächung für je 13,7 Meter Abstand im Endmittel 176,047 für den ersten und 178,069 für den zweiten Versuchstag. Von der genauen Berechnungsweise solcher Mittelwerthe, die ich Fechner verdanke, sehe ich vorläufig ab.

Die zur Erzielung eben noch wahrnehmbarer Empfindungen erforderlichen Schallstärken wachsen also annähernd proportional den Abständen des Ohres von der Schallquelle. Die an sich nicht unerheblichen Abweichungen der Differenzwerthe können meine Folgerung nicht beeinträchtigen, wenn man erwägt, wie enorm die zur Herstellung der Hörschwellen erforderlichen objectiven Schallstärken mit zunehmendem Abstande von der Schallquelle wachsen müssten, wenn die herkömmliche Theorie richtig wäre.

Um die Schallschwächung bei sehr grossen Entfernungen zu prüfen, sind natürlich Schallpendel anzuwenden, die sehr starke Schalle erzeugen. Die nachfolgenden Versuche wurden mit einem Apparat angestellt, dessen Pendellänge 284,2 mm betrug; der aus Messing gefertigte Hammer des Pendels war an seiner Aufschlagstelle mit einer dünnen Lederschicht überzogen, um schrille Schalle mit sehr hohen Obertönen zu vermeiden. Das Gewicht des Pendels (Axe + Pendelstange + Pendelhammer betrug 25473 mg; der auf die Unterlage ausgeübte statische Druck war 14435 mg. Bei der directen Bestimmung des Drucks auf der chemischen Wage, was bekanntlich minder exacte Resultate ergeben muss, fand ich 14600 mg. Als Aufschlagstelle (Schallquelle) wurde eine kleine viereckige Platte von Eichenholz benützt. Da die Pendellänge bei diesem Schallpendel 2½ mal und der statische Druck des Hammers auf die Unterlage 3,8 mal grösser ist als bei den Versuchen der Tab. I, so ergeben die grösseren Fallräume und das stärkere Pendelgewicht ungleich stärkere Schalle, die auf weite Entfernungen gehört werden. Gleichwohl können die Schallstärken beider Apparate nicht direct mit einander verglichen werden, schon deshalb nicht, weil bei dem oben erwähnten Apparat die Aufschlagestelle ans einem kleinen Elfenbeinplättchen bestand, dessen Schwingungsfähigkeit von der des Eichenholzes abweicht. Für die blosse Constatirung des Gesetzes ist aber die Kenntniss der absoluten Schallstärken nicht erforderlich; wir vergleichen immer nur die Schallstärken desselben Pendels bei verschiedenen Elevationswinkeln unter sich, also wiederum relative Werthe, die für unsere Zwecke vollständig genügen.

Die Versuche stellte ich am 22. Juni an, dem ersten windstillen Tag seit vielen Wochen; es wurde die Abendzeit von 8—9½ Uhr

gewählt. Als Versuchsfeld diente, um von etwaigen örtlichen Einflüssen unabhängig zu sein, eine neue (also dritte) Localität, eine grosse, ebene Fläche, einerseits zwischen dem kleinen Weiler Waldhausen, von dem die Schallquelle genügend weit abstand, um störende Reflexe befürchten zu müssen, und dem Tübinger Stadtwald andererseits, dessen hohe und dicht zusammenstehenden Bäume sehr weit entfernt waren. Zwei niedere Alleen waren nach rechts und links ebenfalls so weit von der geraden Versuchslinie entfernt, dass an störende Reflexe nicht zu denken war.

Ein absolut geräuschloses grosses Versuchsfeld würde phonometrische Messungen auf enorme Abstände zulassen, die mit derselben Genauigkeit ausführbar wären, wie in der Ruhe des Laboratoriums sehr schwache Schalle aus allernächster Nähe gemessen werden können.

Zunächst wurden 4 grosse Abstände ausgesteckt, welche 54,96—109,92—164,88 und 219,84 Meter betrugen. In 4maligem Wechsel wurde von Nah auf Fern und umgekehrt übergegangen. Die Messungsresultate waren im Endmittel (die Elevationswinkel des Schallpendels sind bloss auf halbe Grade angegeben) folgende:

Tabelle II.

	Abstand des Ohres von der Schallquelle in Metern	Elevationswinkel des Schallpendels	Relative Schallstärken zur Herstellung der Schwellenempfindung	Differenzen der Schallstärken
1	54,96	5°	188268	—
2	109,92	12,5	321980	133712
3	164,88	29,5	522940	200960
4	219,84	70,0	765620	232980
Mittel	—	—	—	189217

Diese Versuche lassen 6 Combinationen je zweier Abstände $(l_p - l_q)$ und je zweier Schallstärken $(S_p - S_q)$ zu. Dividiren wir die Summe der 6 Schallstärkedifferenzen durch die Summe der 6 Abstandsdifferenzen, so ergibt sich:

$$\frac{\Sigma(S_p - S_q)}{\Sigma(l_p - l_q)} = \frac{1933016}{549,60} = 3517,1 = \text{Schallschwächung in } 1^{\text{m}} \text{ Abstand.}$$

Man erhält dann folgende Schallstärkewerthe:

Abstand von der Schallquelle	Schallstärken		(c) Differenz a und b	$\frac{c}{a}$
	a gefunden	*b* berechnet		
54,96	188268	193301	+ 5033	= 0,026
109,92	321980	386602	+ 64622	= 0,200
164,88	522940	579903	+ 56963	= 0,108
219,84	765620	773204	+ 7584	= 0,0099

Um aus meinen zahlreichen Versuchen über die Schallschwächung in der Luft — die in ihren Endmitteln ohne Ausnahme eine Bestätigung der oben gefundenen Thatsachen ergeben haben — auch Messungen über die Schallschwächung im Freien bei geringen Abständen des Ohres von der Schallquelle und ausgedrückt in absoluten Maassen zu geben, wähle ich die nachfolgende Versuchsreihe aus, die in dem Garten des physiologischen Institutes in zwei Vormittagsstunden bei schönem Wetter und nur geringer und variabeler Südwestströmung angestellt wurde. Das Versuchsterrain ist 20 Meter von einer nur mannshohen Mauer und ebensoweit von dem hohen Gebäude des physiologischen Institutes entfernt. Erhebliche Störungen durch die von den Bäumen und Sträuchern des Gartens verursachten Reflexe fanden wohl nicht statt. Vogelsang und diffuser Tageslärm wirkten bei der Bestimmung der Hörschwellenwerthe etwas hindernd. Als Schallquelle diente ein kleiner runder Elfenbeinrecipient von 30^{mm} Durchmesser und 12^{mm} Tiefe, auf dessen ebenen Boden die Fallkügelchen von Blei (von 17 $^1/_2$ bis 74^{mg} Gewicht) herabfielen. Die Schallstärken, welche bei den angemerkten Abständen des Ohres von der Schallquelle jeweils einen eben noch merklichen Gehöreindruck machten, sind in der vierten verticalen Reihe der Tab. III (S. 8) angegeben.

In obigen Versuchen kommt nur der Abstand des Ohres von der Schallquelle in Betracht, indem die übrigen Widerstandsursachen (Uebergang der Schwingungen von der Schallquelle in die Luft und von da in das Ohr, sammt den Leitungswiderständen des Schalles im Ohr bis in das Labyrinth) ausserordentlich klein sind. Man kann diese Widerstandsursachen nur dann messen, wenn

man mit höchst schwachen, objectiven Schallen experimentirt. Auf das merkwürdige und überraschend einfache Gesetz, welches die Schallschwächung im Ohr ausdrückt, brauche ich hier nicht einzugehen.

Tabelle III.

Abstand des Ohres von der Schallquelle in Centimeter	Gewicht der Fallkugel in Milligramm	Fallhöhe in Millimetern	Schallstärke	Differenzen der Schallstärken
22,9 = 1	17,5	10	68,08	—
45,8 = 2	36,5	10	142,20	74,12
68,7 = 3	36,5	20	214,05	71,85
91,7 = 4	36,5	31	277,20	63,15
114,5 = 5	74,0	12,2	323,75	46,55
137,5 = 6	74,0	16	379,92	56,17

In nachfolgender Tabelle theile ich noch eine weitere Versuchsreihe mit, welche die Schallstärken wiederum in absoluten Werthen angiebt, sich aber von den übrigen Versuchsreihen dadurch unterscheidet, dass die Hörempfindungen nicht auf den Schwellenwerth herabgedrückt wurden, indem es sich um verhältnissmässig starke Empfindungen handelte.

Die Versuche wurden im Hof des physiologischen Institutes angestellt, die Versuchslinie war bloss 5 Schritte von der mit ihr parallelen Hinterseite des Hauses entfernt. Als Fallkörper dienten zwei Bleikugeln von 17,505 und 17,855^{g} Gewicht, Schallquellen waren zwei runde Zinnscheiben von fast 4^{cm} Durchmesser und 42^{g} Gewicht, welche auf kleinen hölzernen Sesseln (ohne Lehnen) lagen. Jeder Sessel stand auf einem besonderen Tisch, so dass die Schallquelle vom Boden ebensoviel als mein Ohr senkrecht abstand. Die eine dieser Schallquellen war bei allen Versuchen 2,29 Meter von meinem Ohr entfernt, die Fallkugel (17,505^{g}) fiel immer durch einen Raum von 7,9^{mm}. Die absolute Schallstärke war somit (da $7{,}9^{0{,}59} = 3{,}385$) $= 17\,505 \times 3{,}385 = 59241$, ausgedrückt in Schallstärkeeinheiten der angewendeten Schallquelle, was auch bei dem Abstand von 2,29 Meter einen ziemlich starken Schall ergiebt. Bringe ich mein Ohr dicht an die Schallquelle (Zinnplatte), so erhalte ich beim Herabfallen eines Bleikügelchens von 5,1^{mg} Gewicht

durch einen Raum von 18 mm eine eben noch merkliche Empfindung; also ist der Werth der Schwelle = 28,06 (für den genannten Abstand = 0). Die zweite Schallquelle wurde der Reihe nach in immer grössere Abstände vom Ohr gebracht, die sich zum constanten Abstand 2,29 Meter = 1 wie die Zahlen der einfachen Zahlenreihe verhielten.

Nach dem Hören des Schalles der constanten Schallquelle (59241) wurde die Intensität der Schallquelle grösserer Entfernung so lange abgeändert, bis beide Schalle: der nahe und der ferne meinem Ohr gleich stark erschienen. Die Abänderungen geschahen rasch durch kleine Veränderungen der Höhe der Fallräume der Bleikugel.

Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle enthalten.

Tabelle IV.

Abstände des Ohres von der Schallquelle in Metern	Objective Schallstärke	Differenzen
2,29 = 1	59241	—
4,58 = 2	84001	24760
6,87 = 3	107008	23007
9,16 = 4	129660	22652
11,45 = 5	149800	20140
13,74 = 6	167610	17810
16,03 = 7	191555	23945
18,32 = 8	207303	15748
20,61 = 9	224085	16782
22,90 = 10	236560	12475

Zur Herstellung gleicher Empfindungsstärken bei verschiedenen Abständen des Ohres von der Schallquelle sind erforderlich die vorstehenden objectiven Schallstärken.

Also auch hier wieder dieselben Resultate wie bei den Schwellenversuchen, d. h. von einem Abstand zum andern wird unbegreiflicherweise die Schallstärke immer jeweils um gleichviel abgemindert. Die Abweichungen obiger Differenzwerthe unter sich können gar nicht in Betracht kommen, wenn es sich um die Beurtheilung der Allgemeingültigkeit des Gesetzes handelt.

Auch in grösseren Zimmern bewährt sich dasselbe Gesetz, vorausgesetzt, dass nur mit sehr schwachen Schallstärken experimentirt wird, bei denen störende Reflexe von den Zimmerwänden wenig zu befürchten sind.

In dem ziemlich grossen Demonstrationszimmer des hiesigen physiologischen Institutes stellte ich, wiederum unter Anwendung der vorhin erwähnten Schallquelle (Elfenbeinrecipient) und von Bleikügelchen, acht Versuchsreihen an über die Fortpflanzung des Schalles in der Zimmerluft. Ich beschränke mich — unter Weglassung der Fallgewichte und Fallhöhen, sowie der Einzelmessungen — auf die Endmittel der Schallstärken.

Tabelle V.

Abstand des Ohres von der Schallquelle in Centimetern	Schallstärken zur Erzielung der Gehörschwelle bei den entsprechenden Abständen des Ohres von der Schallquelle
2 (nicht genau bestimmbar)	5,055
22,9	51,74
45,8	85,77
91,7	120,88
137,5	134,66
502	183,98

Von der oben erwähnten unbedeutenden, bei allen Versuchen wahrscheinlich constanten, Schallschwächung soll hier abgesehen und die Schallstärkewerthe angenommen werden, wie sie gegeben sind.

Man sieht:

1. Dass die Schallstärke unmöglich abnehmen kann im Verhältniss des Quadrates des Abstandes von der Schallquelle, d. h. dass nach der üblichen Theorie sehr viel stärkere ursprüngliche Schalle nöthig wären, um beim Abstand 22,9 resp. 45,8 ^{cm} u. s. w. eine eben noch merkliche Schallempfindung auszulösen, als thatsächlich gefunden worden ist.
2. Dass der Schall im Zimmer viel weniger geschwächt wird, als auf gleiche Abstände im Freien, weshalb wir schliessen

müssen, dass die Reflexion des Schalles von den Wänden der Schwächung entgegenwirke.

3. Innerhalb kleiner Entfernungen von der Schallquelle mag die Schallstärke annähernd den Abständen einfach proportional abnehmen, weil die dazu benutzten objectiven Schalle so schwach sind, dass keine störende Reflexion von den Zimmerwänden stattfinden kann. Mit weiterer Zunahme der Abstände, welche die Anwendung stärkerer Schalle bedingt, nimmt die Schallstärke aber immer weniger ab. Dieses geht soweit, dass wir in Tab. V zur Erzielung einer Schwellenempfindung bei 502^{cm} Abstand bloss 184 Schallstärke nöthig haben, während für $22{,}9^{cm}$ Abstand die erforderliche Schallstärke 51,74 betrug. Abstände von der Schallquelle von 22 fachem Unterschied sind also bloss mit einer ca. $3\frac{1}{2}$ fachen Schallstärkedifferenz verbunden! Diese Erfahrungen sind zwar an ganz bestimmte, der Schallschwächung eingreifend entgegenwirkende Versuchsbedingungen gebunden, immerhin beweisen auch sie wieder, dass die übliche Theorie nicht richtig sein kann.

Aus meinen Erfahrungen folgt das an sich vorerst unbegreifliche Resultat, dass die Schallstärke in der freien Luft abnimmt im einfachen Verhältniss der Entfernungen von der Schallquelle.

Dem Einwand, dass — was ich ebenfalls recht wohl weiss — diese meine Aufstellungen mit den Gesetzen der Physik und insbesondere mit Allem, was man von der Fortpflanzung der Kugelwellen bisher annehmen musste, absolut unverträglich seien, müsste ich entgegen halten, dass ich mich nicht auf theoretische Gründe stütze, sondern nur und ausschliesslich nur auf experimentell gewonnene Thatsachen, die nicht einfach abgeleugnet werden können. Ist doch auch meine nur auf Versuche begründete Behauptung, dass das übliche Maass der Schallstärke falsch sei, im vollen Widerspruch mit der als zweifellos geltenden Theorie gewesen. Dieser Widerspruch wird sich lösen lassen, sowie auch der aus meinen oben mitgetheilten Versuchsresultaten hervorgehende Widerspruch mit der bisherigen Theorie seine befriedigende Erklärung finden

wird, wenn die von mir gefundenen Thatsachen vorerst auch unerklärlich, ja unmöglich erscheinen.

Ich bemerke nur noch, dass, wie ich in zahlreichen Versuchen, auf die ich hier nicht eingehen kann, gefunden habe, der Schall bei seinem Fortschreiten in Medien von unveränderlichem Querschnitt durch die Längeneinheit des Mediums immer um genau denselben a b s o l u t e n Betrag (deren Werth von der Aggregatform und der speciellen Beschaffenheit des Mediums abhängt) abgeschwächt wird. Dieses höchst unerwartete Gesetz bestätigt sich bei Cylindern an Holz, Metall, Eis, etc.; bei mit Wasser oder sonstigen tropfbaren Flüssigkeiten gefüllten offenen Rinnen gleichbleibenden Querschnittes, sowie endlich auch bei durch gleichlumige Röhren eingeschlossenen Luftsäulen. Der Schall pflanzt sich eben nach ganz anderem Gesetz fort als z. B. das Licht.

Die Zweifler bitte ich, durch folgenden ohne Zeitaufwand und leicht anzustellenden höchst einfachen Versuch zunächst darüber entscheiden zu wollen, ob die Schallstärke factisch abnehmen kann mit dem Quadrat des Abstandes von der Schallquelle. Die Antwort auf die gestellte Frage wird so eclatant und unzweideutig wie möglich sein.

Man benütze zwei differente Schalle von starkem, etwa vierfachem Unterschiede. Man lasse z. B. dieselbe Fallkugel, am besten von einigen Grammen Gewicht, das eine Mal durch einen Raum von 6^{cm}, das andere Mal durch $0{,}57^{cm}$ auf eine kleine vibrationsfähige Platte fallen. Das Ohr sei 1 oder $1\,{}^1/_2$ Meter entfernt. Der Versuch kann im Zimmer, viel besser aber im Freien angestellt werden.

6^{cm} Fallhöhe entsprechen nach meiner Formel $h^{0,59}$ einer Schallstärke von 11,19; dagegen $0{,}57^{cm}$ einer Schallstärke von 2,79. Hat man diese, objectiv um's Vierfache differirende, Schallstärken einige Male gehört (der Ungeübte wird staunen, wie gross der Empfindungsunterschied ist), so experimentire man mit demselben Gewicht und mit derselben Fallhöhe (6^{cm}) beim Abstand 1 (resp. $1\,{}^1/_2$) Meter und gleich darauf beim Abstand 2 (resp. 3) Meter. Die beiden Empfindungen entsprechen dann sehr viel geringeren Unterschieden, als bei dem vorhergehenden Versuche vorhanden waren und als die übliche Theorie annehmen müsste, und selbst

der ganz Ungeübte muss merken, dass die Schallstärke beim doppelten, dreifachen etc. Abstand bei weitem nicht vier- resp. neunmal schwächer sein kann, als beim einfachen Abstand.

Die gewöhnlich in den Lehrbüchern gegebene Formulirung des Gesetzes: die Schallstärken verhalten sich umgekehrt wie die Quadrate der Abstände von der Schallquelle, muss — wenn man einen stärkeren Schall auf die Abstände 1—2—3 hört, schon der einfachen unmittelbaren Sinnesempfindung als factisch unrichtig vorkommen.

Wollte man aber das herkömmliche Gesetz so verstanden wissen — ich weiss nicht, ob das schon geschehen ist und überhaupt mit dem Sinn der Theorie vereinbar wäre — dass man ihm den Ausdruck gäbe: Die Schallstärke erleidet bei der Fortpflanzung durch die Luft aliquote Abminderungen, welche sich verhalten wie die Quadrate der Abstände von der Schallquelle; so würde auch eine solche Auffassung dem Thatbestand widersprechen. Ein Schall von der relativen Intensität 1000 würde bei den relativen Abständen 1 — 2 — 3 z. B abgemindert werden um die Werthe 8 — 64 — 512, so dass jeweils noch 992 — 936 und 488 übrig bliebe, was wiederum factisch unmöglich ist.

Wer in unzweideutiger Weise durch den geschilderten primitiven Versuch belehrt worden ist, dass die herkömmliche Theorie unrichtig sein muss, wird dann auch bereit sein, der Prüfung des positiven Theiles meiner Behauptungen, dass die Schallstärke abnimmt im einfachen Verhältniss der Abstände von der Schallquelle, wenigstens einige Versuche zu widmen.

Dem etwaigen Einwurf, dass meine Versuchsergebnisse für den Empfindungsinhalt gültig sein mögen, ohne aber einen Schluss auf die Intensitätsverhältnisse des objectiven Sinnesreizes zu gestatten, hätte ich zu erwidern, dass der Empfindungsinhalt im Gebiete des Hörsinnes seiner Stärke nach von der Intensität des objectiven Schalles, resp. der mechanischen Ursache des Schalles, nothwendig abhängen muss und erfahrungsgemäss auch abhängt.

Von der lebendigen Kraft des mechanischen Anstosses auf ein gehörig vibrationsfähiges Medium wird ein bestimmter — wie es scheint nur wenig variirender — Antheil zur objectiven

akustischen Bewegung verwendet, dem wiederum ein gewisser Intensitätsgrad der zugehörigen Hörempfindung entspricht und insofern ist auch die Empfindungsstärke ein unmittelbar brauchbares Maass der Stärke der objectiven akustischen Bewegung. Gerade auf diesem Gebiet ist die von Fechner so glänzend und aussichtsreich eröffnete psychophysische Messung der Intensitätswerthe der Sinnesreize in hervorragender Weise brauchbar und wichtig, weil wir noch kein allgemein verwendbares objectives Maass für die Schallstärke besitzen, indem die auf der Resonanz beruhende Oberbeck'sche Maassmethode nicht bei Klängen und Schallen jedweder Art verwendbar ist.

Es ist somit zu erwarten, dass die von mir durch zahlreiche Versuche — von denen ich bei dieser Gelegenheit nur einen sehr kleinen Theil veröffentliche — nachgewiesene Abnahme der Schallstärke im einfachen Verhältniss der Abstände des Ohres von der Schallquelle von speciellen, vielleicht durch die Reibung der Theilchen aneinander (Unabhängigkeit des Reibungswiderstandes von der Geschwindigkeit u. s. w.) bedingten objectiven Eigenschaften der Schallschwingungen abhängen wird, deren Ermittelung weiteren Forschungen anheimgestellt werden muss.

Psychophysische Bemerkungen.

Von

Karl Vierordt.

Zwei in Wundt's „philosophischen Studien" von dem Herausgeber und dessen Schüler J. Kollert erschienene Abhandlungen über den Zeitsinn nöthigen mich zu einer kurzen Erwiderung.

Die Empfindungen extensiver Grössen (Zeit- und Raumgrössen) gewähren uns, den Specialsinnesempfindungen gegenüber, den Vortheil, dass wir dieselben zu reproduciren im Stande sind. Das Zeitintervall z. B., welches zwischen zwei momentanen Sinnesreizen liegt, lässt sich reproduciren, indem wir dasselbe möglichst genau zu wiederholen suchen mittels zweier kleinen Fingerbewegungen, die durch eine Hebelvorrichtung auf ein rotirendes Kymographion verzeichnet werden, in einer zeitlichen Aufeinanderfolge, die dem empfundenen Intervall entspricht.

Der präcisen und unzweideutigen Fragestellung entsprechen constante durchschnittliche Versuchsresultate, so vor allem die Thatsache, die ich in meiner Schrift über den Zeitsinn festgestellt habe, dass die empfundene Zeit, wenn sie klein ist, grösser reproducirt wird; dass sie aber kleiner reproducirt wird, wenn sie gross ist und dass zwischen beiden, nach entgegengesetzten Richtungen sich geltend machenden und zunehmenden Fehlern ein Neutralitätspunkt liegt, insoferne eine bestimmte objective Zeitgrösse gerade so gross reproducirt wird als sie wirklich war.

Diesen Zeitwerth fand ich an mir, wenn die gehörte Zeitgrösse alsbald (ohne zwischenliegendes Zeitintervall) reproducirt wurde, bei 2,5 Secunden; dabei wurde von mir selbstverständlich jeweils nur eine Fingerbewegung gemacht, indem das zweite Hörsignal des Assistenten mit dem Beginn der von mir zu reproducirenden Zeit zusammenfiel.

Lag zwischen der objectiven und der reproducirten Zeit ein Intervall, so war der Indifferenzpunkt ungefähr bei 3¼ Secunden. Bei zwei Studirenden fiel derselbe auf 1,5, resp. 1,4 bis 1,5 Secunden.

Auch an anderen Sinnen erhielt ich analoge Ergebnisse; bei der durch zwei momentane (passive) Tastempfindungen begrenzten Zeit lag der Indifferenzpunkt bei 2¼ Secunden und erstreckte sich sogar — mit kleinen Oscillationen — bis auf 4 Secunden. Diese Verbreitung der Indifferenzgrenze dürfte freilich bei zahlreicheren Versuchen (zwischen 2¼ bis 4 Secunden standen mir bloss 156 Einzelmessungen zu Gebot) wesentlich eingeschränkt werden. Bei unmittelbar wiederholten spontanen Taktbewegungen lag mein Indifferenzpunkt bei 2,4 Secunden.

Kollert und Wundt machen meinen Versuchen den Einwand, „dass sie nicht unter den einfachsten Bedingungen angestellt worden sind und von physiologischen Einflüssen nicht frei seien". „Das Verfahren erscheint", sagt Wundt, „deshalb ungeeignet — — — weil es unmöglich ist zu unterscheiden, in wiefern die Abweichung der nachgemachten Zeit von der Normalzeit in der Einmengung jener Vorgänge ihren Grund habe, welche der Ausführung der willkürlichen Taktbewegungen vorangehen. Insbesondere ist es zu bezweifeln, ob der Taktschlag auch wirklich genau in dem Moment erfolgt, in welchem der Wille vorhanden ist, ihn auszuführen." Letzteres ist sicherlich nicht der Fall, die absolut kleinen + und — Fehler werden sich aber ausgleichen und selbst, wenn letzteres nicht der Fall wäre, würde das kein Vorwurf sein für meine Methode. Bei auch nur etwas grösseren Zeiten — über die ich ebenfalls Versuche angestellt habe — beseitigt sich dieser Vorwurf von selbst. Wundt sagt „der Beobachter benutzt den durch die erste Taktbewegung hervorgebrachten Schalleindruck — — — und sucht nun die zweite Taktbewegung so auszuführen, dass das hergestellte Intervall der gehörten Normalzeit gleich wird. Dann wird der wirkliche Schall und die entsprechende Bewegung am Schreibhebel gerade um den Zeitwerth jener psychophysischen und physiologischen Vorgänge zu spät kommen, welche zur Umsetzung der innerlich appercipirten Vorstellung in eine äussere Bewegung erforderlich sind. — — —

Es würde also die Lage des Indifferenzpunktes im selben Sinne verschoben werden."

Eine derartige Einwendung kommt mir als so absolut unmöglich vor, dass ich fast ein Missverständniss meinerseits befürchten müsste, wenn nicht wiederholtes Lesen und Erwägen der Wundt'schen Ausdrücke mir jeden Zweifel beseitigt hätte. Selbstverständlich ist auf diese Einwendung zu erwidern, dass die Antwort der Versuchsperson, wenn sie nicht alsbald nach dem Hören der Normalzeit gegeben wird, zwei momentane Fingerbewegungen erfordert; die zweite wird natürlich um ebenso viel verspätet als die erste (nach Wundt's Auffassung) verspätet werden muss. Zudem beträgt die ganze Verspätung bloss etwa den dreissigsten Theil einer Secunde! Dass übrigens nahezu, bei irgend etwas grösseren Zeiten aber genau dieselben Betrachtungen sich wiederholen, wenn die Antwort ohne Intervall (also nur mit einer Fingerbewegung) gegeben werden soll, ist ohne weiteres ersichtlich.

Kollert tadelt, dass ich die zwischen der empfundenen Zeitgrösse und ihrer Reproduction liegende Zwischenzeit nicht angegeben habe. Abgesehen von den Versuchen, in welchen die Reproduction ohne ein Intervall erfolgte, habe ich den Einfluss der Zwischenzeit wohl gewürdigt (vgl. z. B. S. 54 meiner Schrift). Ich sage ausdrücklich, dass eine gewisse Sammlung nothwendig ist, um zur Reproduction der eben empfundenen Zeit gehörig vorbereitet zu sein. Auf das Commando eines Dritten, oder eines zum voraus eingerichteten Mechanismus, welche an die Reproduction mahnen würden, zu warten, wäre für die Versuchsperson störend und würde ausserdem neue Complicationen in die Versuche einführen, deren Wirkungen nicht leicht, jedenfalls aber nur in längeren ad hoc angestellten Versuchen zu ermitteln wären.

Wenn ich spontan von mir angegebene und graphisch registrirte Taktbewegungen (ich habe innerhalb sehr weiter und grosser Zeitgrenzen experimentirt) reproducire, so nimmt, wie ich a. a. O. gezeigt habe, die mittlere Dauer des mir bequemen jeweiligen Intervalls zwischen der spontanen Taktbewegung und ihrer Wiederholung, wie vorauszusehen war, zu, bis etwa 6 bis 8 Secunden, dann sinkt sie wieder.

Ich verlangte bei dieser Gelegenheit ausdrücklich die systematische Anstellung von Versuchen, um den Einfluss des Intervalls auf

die Reproduction der Zeitempfindung definitiv festzustellen. Versuche über alle möglichen Probleme können doch wohl nicht von einem Autor verlangt werden, der auf dem weiten Untersuchungsgebiet über den Zeitsinn die ersten umfassenden Experimente anstellt; einsichtigen und halbwegs billigen Nachfolgern muss selbstverständlich immer noch sehr vieles in Betreff der Untersuchungsobjecte, wie der Auffindung neuer oder verbesserter Versuchsmethoden überlassen bleiben.

Wenn ich den Einfluss des Intervalles nicht in besonderen, ausführlichen Versuchsreihen geprüft habe, so habe ich — abgesehen von der factischen Unmöglichkeit, auf alles einzugehen — dazu einen Grund gehabt, der sich hören lässt, indem ioh die Wiederholung der empfundenen Zeit dem Moment anheimstellte, in welchem mir dieselbe genehm erschien. Man könnte einwenden, dass das ein bloss subjectives, jeder Regel entzogenes Kriterium sei und ich müsste mir diese Eiwendung gefallen lassen, wenn ich nicht die bestimmte Erfahrung gemacht hätte, dass der in Rede stehende Einfluss verhältnissmässig keinen grossen Fehler einführt und dass auch hier eine bestimmte und wie ich glaube unerwartete Regel sich geltend macht. Seite 56 meiner Schrift sage ich: „die Frage, ob eine im Verhältniss zur ersten Taktzeit längere oder kürzere Dauer des instinctiv gewählten Intervalles auf die Genauigkeit der zweiten (reproducirten) Taktbewegung von Einfluss ist, habe ich dadurch zu beantworten gesucht, dass die in die verschiedenen Hauptzeiten fallenden Versuche in 3 Categorien abgetheilt wurden; die erste umfasst diejenigen Versuche, in welchen der Intervall höchstens um 10 % nach + und — von der Hauptzeit differirt; während die 2. und 3. Categorie die Fälle einschliesst, in welchen das Intervall um mehr als 10 % kürzer, resp. länger war als die Hauptzeit. Ich erhielt folgende Endergebnisse:

	Procentiger Unterschied der Dauer des Intervalles von der Hauptzeit		Roher Fehler
	Grenze	Mittel	
I	bis — 10 und + 10	— 1,9	0,4
II	mehr als — 10	— 39,8	— 4,4
III	mehr als + 10	+ 33,3	+ 4,4

Den Vorwurf, den Einfluss des Intervalles gar nicht beachtet zu haben, muss ich also zurückweisen; zudem ist klar, dass gerade in dieser und nur in dieser Frage, nicht bloss die Reproductionsmethode der empfundenen Zeit, sondern auch jedwede andere Methode, niemals — man mag die Versuche anstellen wie man will — eine absolute Vergleichbarkeit der einzelnen Versuchsreihen wird herstellen können.

Wundt verwirft nun die Reproductionsmethode, namentlich auch deshalb, weil mein experimentell gefundener Indifferenzpunkt einen viel grösseren Zeitwerth hat, als der aus seinen Versuchen abgeleitete. Diese Differenz kann aber nicht auffallen, da Wundt nach einer total anderen Methode operirt. Er misst nämlich bloss die Unterscheidungsempfindlichkeit für Zeitgrössen und zwar innerhalb mässiger Variationen der letzteren und benützt die Versuchsergebnisse indirect zur Bestimmung des Indifferenzpunktes. Wie soll unter diesen Umständen eine Uebereinstimmung der beiderseitigen absoluten Zeitwerthe möglich sein? Dazu kommt noch, dass Wundt bei seinen Versuchen Nebenbedingungen einführt, die das Urtheil in jeder Beziehung erleichtern. Ob und wieweit das gerechtfertigt ist, werden wir jetzt zu erörtern haben.

Wundt lässt die mit einander zu vergleichenden Zeiten durch je 2 Metronomschläge angeben. Ein Metronom ist constant auf die Hauptzeit (a) eingestellt; das zweite wird zur Herstellung der Vergleichszeit (b) benützt. Die Versuche beginnen immer mit Gleichstellung von a und b — was den Versuchspersonen bekannt sein musste! —; sodann wurde das Laufgewicht des zweiten Metronoms ein wenig verkürzt, resp. verlängert und mit dieser Verkürzung, resp. Verlängerung so lange fortgefahren, bis die Vergleichszeit allen Reagirenden deutlich kleiner (resp. grösser) erschien, als die Hauptzeit. Nachdem das erreicht war, wurde das Laufgewicht allmählich wieder zurückgeschoben, bis allen Personen (im Maximum waren es 5) die Zeiten a und b wieder gleich gross vorkamen. Hier änderte sich von einem Einzelversuch zum anderen die Empfindungsgrösse in einseitiger Richtung stetig; die Urtheile sind also den denkbar günstigsten Chancen ausgesetzt und sogar Präjudicien nicht ausgeschlossen! Deshalb ist dieses Verfahren nicht zu billigen.

Wundt scheint bei der Untersuchung der psychophysischen Leistungen diejenige psychophysische Methode für die beste zu halten, bei welcher die möglichst kleinsten Unterschiede der Sinnesreize noch bemerkt werden; wer aber Erfahrungen auf diesem Gebiete hat, wird diejenige Methode für die unbedingt beste erklären, bei welcher für absolute Voraussetzungslosigkeit der Versuchspersonen gewissenhaft gesorgt ist. Gerade deshalb habe ich bei allen derartigen Experimenten die Anstellung von zahlreichen, zwischen den übrigen regellos eingeschalteten, Vexirversuchen empfohlen und ausdrücklich dafür gesorgt, dass die Reizgrössen resp. Reizunterschiede in den auf einander folgenden Versuchen, nicht wie bei Wundt in einseitiger Richtung, sondern völlig regellos mit einander abwechselten. Ich operire also mittels der Methode der richtigen und falschen Fälle unter viel ungünstigern, aber durch die Natur der Probleme absolut gebotenen und den Experimentator zur vollen Unparteilichkeit zwingenden Nebenbedingungen.

Wie Wundt sein, nach der zwar bequemen aber bekanntlich nur beiläufig genauen Methode „des eben merklichen Unterschiedes" ausgeführtes Verfahren der Methode „der richtigen und falschen Fälle" vorziehen mag, zumal Fechner in seiner Psychophysik die verschiedenen Methoden in unübertrefflicher Weise kritisch untersucht und namentlich auch die Theorie der Methode der richtigen und falschen Fälle in glänzender und überzeugender Darstellung entwickelt hat, wäre an sich schwer zu begreifen, wenn uns Wundt nicht mit den nachfolgenden Behauptungen (s. S. 12) überrascht hätte: „Bei einer Reihe wichtiger Untersuchungsgebiete scheint die Unterschiedsschwelle der Empfindung mit der Grenze der physikalischen Unterscheidung ungefähr zusammenzufallen (!?), so bei der Unterscheidung von Lichtstärken, Tonhöhen, Temperaturen" u. s. w. Von den Schattenversuchen, bei der Messung der Lichtstärke resp. der Unterscheidungsempfindlichkeit für solche sagt Wundt „Unser Empfindungsmaass ist hier ein so sicheres, dass wir mit grösster Bestimmtheit (sic) den Moment anzugeben vermögen, wo die beiden mit einander verglichenen Schatten ungleich werden; vorher erscheinen sie uns gleich und zu einer Registrirung richtiger und falscher Fälle bietet sich daher gar keine Gelegenheit". Wer photometrische

Schattenversuche angestellt hat, weiss dass die Dinge sich ganz anders verhalten, als Wundt annimmt. Bei der Vergleichung zweier Lichtstärken, wie bei den Versuchen zur Herstellung der Gleichheit von vorher ungleichen Lichtstärken am Spectrophotometer, also unter viel günstigeren Nebenbedingungen als bei den Schattenversuchen — ich weiss freilich nicht, ob Wundt mir auf diesem Gebiete ein Urtheil zugestehen wird — sind bekanntlich Schwankungen des Urtheils, also Fehler unvermeidlich. Erst die Wiederholung der Versuche, nach der Methode der richtigen und falschen Fälle, oder — in diesem Fall — noch besser nach der Methode des mittleren Fehlers führt zu richtigen Resultaten.

Wundt (S. 13) sagt, wir würden in einen Widerspruch gerathen, durch die Methode des eben merklichen Unterschiedes (die nach ihm ideales leisten soll) Lichtstärken zu messen und dann die Lichtempfindungen selbst nach noch einer genaueren Methode messen zu wollen.

Wer einen solchen Ausspruch thun und es ausserdem sehr auffallend finden kann, „dass Vierordt selbst nicht bemerkte, dass die Methode der richtigen und falschen Fälle bei Untersuchungen über den Zeitsinn unanwendbar sei", dem gestatte ich bereitwillig den weiteren Ausspruch, dass ich diese Methode „nicht in exacter Weise angewandt habe", verzichte aber auch darauf, mich in fernere Debatten über die Elemente der psychophysischen Versuchsmethoden einzulassen.

In der genannten Arbeit greift Wundt auch meine Studien über das Maass der Schallstärke an. Schon in einer früheren Aeusserung (ich habe das Citat nicht bei der Hand) sagte Wundt über diese Studien etwa: „Vierordt glaubt, dass die Schallstärke nicht der lebendigen Kraft (also dem Geschwindigkeitsquadrat) des auf eine vibrationsfähige Platte aufschlagenden Gewichts, sondern der einfachen Geschwindigkeit desselben proportional sei". Ein richtiges Referat hätte, da die Versuchsresultate nicht pure in Zweifel gezogen werden können, den experimentellen Sachverhalt mittheilen müssen.

Nachträglich hat, wie er uns berichtet, Wundt auch einige Versuche in dieser Frage angestellt, mit dem Resultat, dass bei auf

elastische Unterlagen auffallenden Bleikugeln die Schallstärke „fast genau proportional sei den Fallhöhen". Unter solchen gänzlich incommensurabelen Versuchsbedingungen darf man freilich nicht experimentiren, um messbare Schallstärken herzustellen. In andern Fällen näherte sich aber in Wundt's Versuchen „das Verhältniss etwas mehr der Proportionalität mit der Quadratwurzel der Fallhöhe", wie ich längst nachgewiesen habe. Diese Frage lässt sich freilich nicht durch einige beiläufige Versuche im Vorbeigehen wissenschaftlich lösen!

Es würde mich zu weit führen, auf die Darstellung, die Wundt von meinen und den diese bestätigenden Oberbeck'schen Versuchen gegeben hat, des Näheren einzugehen. Es heisst da „Sehen wir uns die betreffenden Versuche von Vierordt näher an (sic), so sind dieselben nach 2 Methoden angestellt". Die erste Methode, die er tadelt, bietet eine nothwendige Ergänzung der zweiten, was Wundt hätte anführen müssen.

Hierauf und auf verschiedene sonstige subjective Aeusserungen Wundt's über die Bedingungsmomente der Schallstärke lasse ich mich vorerst nicht ein. Er legt beim Kritisiren der vorzüglichen Versuche, die Nörr im hiesigen physiologischen Institut angestellt hat, ein Hauptgewicht auf das Zurückprallen der auf die als Schallquelle angewandte Eisenplatte aufschlagenden Kugeln. Es wäre vielleicht besser gewesen, wenn Wundt sich die kleine Mühe gegeben hätte, durch den Versuch zu entscheiden, ob die 7 Fallkugeln Nörr's (von ca. 7^{mg} bis über 1^{kg} Gewicht) bei den von dem Experimentator gebrauchten Fallhöhen auch nur eine Spur eines Zurückprallens bieten. Er würde dann gefunden haben, dass seine Einwendung gar keine Berechtigung hat. Ebenso subjectiv ist die Behauptung Wundt's, „dass die Beziehung, die sich in Vierordt's Versuchen für kleine Bleischrote von meist nur wenig Milligrammen Gewicht annähernd gültig erwiesen, bei den grossentheils mit viel schwereren eisernen Kugeln noch gültig sein wird". Um zu zeigen, dass die Nörr'schen Resultate sich nicht wesentlich ändern, selbst wenn Wundt Recht hätte, muss ich aus Rücksichten auf den Umfang dieser Erwiderung unterlassen. Bei wenigem Nachdenken muss man finden, dass die Versuche Nörr's durch den Einwand nicht

tangirt werden. Ich schliesse mit der Versicherung, dass ich, seit langer Zeit mit akustischen Studien beschäftigt, auch mit sehr starken Schallen vielfach experimentirt habe, ohne das die schwachen Schalle beherrschende Gesetz wesentlich alterirt zu finden. Herr Wundt, indem er auch auf diesem Gebiete mir principielle und methodische Verfehlungen imputiren und mich auf Gebieten, in denen er so wenig Erfahrung hat, belehren will, wird doch vielleicht noch zur Erwägung kommen können, dass gerade derjenige, welcher zuerst den experimentellen Nachweis geliefert hat, dass die früher allgemein adoptirte (und auch von Herrn Wundt für richtig gehaltene) Berechnungsweise der Schallstärke durchaus falsch sei, auch so viel Kritik bei seinen weiteren Forschungen auf diesem Gebiet wird aufbringen können, um die Versuche zu exacten Zielen zu führen.

Abwehr gegen die Angriffe von Prof. Edmund Pflüger in Bonn.

Von

C. Voit.

Mit Widerstreben gehe ich daran, in dieser Zeitschrift die letzten gegen mich gerichteten Angriffe Pflüger's zurückzuweisen, da solche persönliche Erörterungen meines Erachtens aus der Wissenschaft ausgeschlossen sein sollten. Ich bin jedoch, wie Jeder, der Pflüger's „Aufklärung"[1]) gelesen hat, mir zugeben wird, zu einer Abwehr genöthigt, und nur der Gedanke, dass die folgenden Darlegungen, indem sie meine Arbeiten gegen Missdeutungen beschützen, der Wissenschaft doch zum Nutzen gereichen werden, bestimmte mich endlich das Wort zu ergreifen.

Manches, was ich hier vorbringen werde, ist allerdings schon früher, namentlich durch Gruber, gesagt worden, und könnte man sich wohl aus dessen Mittheilungen über die vorliegenden Verhältnisse genügend unterrichten, aber die erneuten Darstellungen Pflüger's zwingen mich, um den Leser über keinen Punkt in Zweifel zu lassen, abermals auf diese Dinge einzugehen.

In dem genannten Angriffe hat Pflüger, unter dem Ausrufe: Hic Rhodus hic salta, geäussert: „es erübrigt also von Voit zu erfahren, welches seine Titrationsmethoden waren, damit ein sicheres Urtheil über die Grösse seiner Beobachtungsfehler ermöglicht werde."

Pflüger hätte sich selbst auf diese Frage aus meinen Schriften leicht die Antwort geben können.

Ich habe bei Beschreibung des von mir früher angewendeten Titrationsverfahrens mitgetheilt, dass ich mich der Methode von

---

1) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 26 (1881) S. 289.

Liebig bedient habe[1]); nur in der Prüfung der Endprobe führte ich eine kleine Aenderung ein. Da ich im Uebrigen der meisterhaften Darstellung Liebig's nichts hinzuzufügen hatte, so beschränkte ich mich auf diese Angaben; es ist daher der Vorwurf Pflüger's,[2]) ich hätte meine Methode mit gewohnter Ausführlichkeit mit Berücksichtigung der untergeordnetsten und unwesentlichsten Dinge und mit Vernachlässigung der wesentlichsten Cautelen mitgetheilt, ein durchaus ungerechtfertigter. Es wird bei Liebig's Methode bekanntlich die mit der Quecksilbernitratlösung versetzte Harnbarytmischung vor der Probenahme nicht neutralisirt, und selbstverständlich auch nicht die Harnstofflösung bei Feststellung des Titers der Quecksilberlösung, wie aus den Beschreibungen von Liebig, Bischoff, Neubauer, Gorup-Besanez und Anderen hervorgeht und wie auch alle diejenigen wissen, denen Liebig sein Verfahren selbst gezeigt und gelehrt hat. Es ist mir daher ganz unbegreiflich, wie Pflüger diese offenkundige Thatsache, Gruber gegenüber, fortwährend eine falsche Behauptung nennen kann[3]), nachdem der Letztere, ausser obigen Citaten, das bestimmte Zeugniss von Pettenkofer und mir dafür beigebracht hat; ich habe auch noch von Geheimrath v. Bischoff, von Prof. L. A. Buchner und von Direktor Dr. W. Mayer, der nach Liebig's Mittheilung als sein damaliger Assistent bei der Ausarbeitung der Methode betheiligt war, die ausdrückliche Erlaubniss, zu erklären, dass Liebig die Harnbarytmischung vor der Probenahme nicht neutralisirt habe.

Erst später, und zwar nachdem Hoppe-Seyler in seinem Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse die vorherige Neutralisation der Mischung mit kohlensaurem Natron vorgeschlagen hatte, wurde auch in meinem Laboratorium, und zwar seit etwa 8 bis 10 Jahren, wie bereits Gruber[4]) erklärte, die Mischung neutralisirt und so verfahren, wie letzterer beschrieben hat.

1) Voit, physiol.-chem. Unters. (1857) S. 10; Bischoff u. Voit, Gesetze der Ernährung des Fleischfressers (1860) S. 38 u. 267; Voit, Ztschr. f. Biologie Bd. 1 (1865) S. 131.

2) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 23 (1880) S. 129.

3) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 25 (1881) S. 295 und Bd. 26 (1881) S. 291.

4) Gruber, Ztschr. f. Biologie Bd. 16 (1880) S. 199.

Bei der früher von mir befolgten Art der Titrirung ohne Neutralisation ist der Unterschied in der Menge der verbrauchten Quecksilbernitratlösung, je nachdem man in einer ersten Probe den Endpunkt allmählich sucht oder in einer zweiten Probe alsbald die zuerst gefundene Anzahl von Cubikcentimetern zufügt und dann fertig titrirt, ein minimaler, und er kann ganz als die Folge der Entnahme vieler Probetropfen im ersteren Falle angesehen werden[1]). Darum haben auch die meisten früheren Beobachter nichts von den von Pflüger berichteten Schwankungen bemerkt, da sie fast alle das Liebig'sche Verfahren ohne Neutralisation anwendeten.

Bei der Modification Hoppe-Seyler's mit Neutralisation dagegen kann einem nur einigermaassen geübten Analytiker unmöglich entgehen, dass die Endreaction um so später eintritt, je später neutralisirt wird, bis sie endlich bei einem bestimmten Punkte constant bleibt. Es wird daher jeder aufmerksame Beobachter, der die Gesammtmischung neutralisirt, schliesslich im Wesentlichen dasjenige Verfahren anwenden, welches Pflüger ausführlich beschrieben hat, wie wohl am besten aus den Angaben des stud. med. H. Oppenheim[2]) in Bonn hervorgeht.

Als Pflüger's[3]) erste Mittheilungen erschienen, war uns daher jener beim Neutralisiren der Mischung auftretende Fehler nicht unbekannt, und Gruber theilte, um nicht dem Glauben Raum zu lassen, dass seine Harnstofftitrirungen der Einwand Pflüger's treffe, wonach dabei Fehler bis zu 14% möglich sein sollen, sein Verfahren, ähnlich wie es auch Oppenheim gethan hatte, einfach mit und beschrieb, wie von ihm und uns die von Pflüger mit Recht betonte Fehlerquelle vermieden worden sei. Es ist ihm selbstverständlich, und er hebt dies besonders hervor, nicht in den Sinn gekommen, sich oder mir, wie Pflüger[4]) behauptet, die Entdeckung zuzuschreiben, er nennt die von ihm angewendete Methode mit Neutralisation vielmehr die Hoppe-Seyler'sche und sagt, jeder

1) Siehe hierüber auch Gruber, Ztschr. f. Biologie Bd. 17 (1881) S. 101.
2) Oppenheim, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 23 (1880) S. 449.
3) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 21 (1880) S. 248.
4) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 25 (1881) S. 293 und Bd. 26 (1881) S. 292.

mit einiger Beobachtungsgabe Ausgerüstete werde bei Ausführung derselben schliesslich im Wesentlichen ebenso wie er oder wie Oppenheim, oder wie Pflüger verfahren. Da Hoppe-Seyler in seinem Handbuch (1875 S. 320) erwähnt, dass durch Abstumpfung der gebildeten freien Säure die Ungenauigkeiten hinreichend beseitigt werden, so muss er ebenfalls jene Vorsichtsmaassregel gekannt und angewendet haben, denn ohne sie ist das Verfahren mit Neutralisation viel ungenauer als das ohne Neutralisation nach der Liebig'schen Anweisung. Während aber Pflüger die Mittheilung von Oppenheim in Bonn ganz ruhig hinnimmt, werden wir nicht so glimpflich behandelt.

Gruber[1]) hatte in seiner ersten kurzen Beschreibung des von ihm bei seiner ersten Untersuchung angewendeten Verfahrens angegeben, es werde dasselbe „seit jeher" in meinem Laboratorium geübt. Er hatte damals meinen Assistenten Dr. Feder gefragt, seit wann denn in dem Institute jene Methode (mit Neutralisation) im Gebrauch wäre, und erhielt die Antwort: so lange er sich erinnern könne und in der Anstalt arbeite. So entstand der Ausdruck „von jeher", den ich bei der mehrmaligen Durchsicht von Gruber's Manuscript in dem Sinne „seit langer Zeit", in welchem er nicht selten gebraucht wird, nahm und über den ich ohne Bedenken hinwegging, da doch jeder mit solchen Dingen ernstlich sich Beschäftigende aus meinen Schriften wissen musste, welche Methode ich früher angewendet habe, und es zudem sachlich vollkommen gleichgültig war, ob die jetzt geübte (mit Neutralisation) seit 10 oder seit 20 Jahren benützt wird.

Der Schwerpunkt der ganzen Angelegenheit, das Punctum saliens, liegt nämlich, wie leicht einzusehen ist, und wie Gruber mehrmals betont hat, darin, wie weit genau aus dem Resultat der Titrirung mit Quecksilbernitrat der Stickstoffgehalt des Harns entnommen werden kann; denn auch die genaueste Harnstoffbestimmung in reinen Lösungen dieses Stoffes, welche Pflüger bis jetzt ausschliesslich geübt hat, würde für die bei meinen Untersuchungen verfolgten Ziele ohne diese Uebereinstimmung von keinem Werthe

1) Gruber, Ztschr. f. Biologie Bd. 16 (1880) S. 199.

sein. Ich habe, wie jedem mit dem heutigen Stande der Lehre von dem Stoffwechsel im Thierkörper Vertrauten bekannt ist, schon vor 25 Jahren, sobald ich mich mit Fragen der Art zu beschäftigen anfing, 15 vergleichende Bestimmungen hierüber ausgeführt und so die Genauigkeit meiner Titrirmethode geprüft [1]); ich habe zuerst daraus geschlossen, dass man durch Liebig's Methode nicht den Harnstoff, wohl aber sehr annähernd den Stickstoffgehalt im Harn des Hundes bestimmt. Später sind von mir noch weitere Controlanalysen der Art gemacht worden, nämlich 15 nach meinem ersten Verfahren der Stickstoffbestimmung im Harn und 10 mittels Verbrennung mit Natronkalk im eingetrockneten Harn [2]). Ausserdem wurden noch viele solche Vergleichungen, theils mit Hilfe der directen Stickstoffbestimmung im eingetrockneten Harn, theils mit Hilfe der Schneider-Seegen'schen Methode, ausgeführt und veröffentlicht, nicht nur von mir und meinen Schülern, sondern auch von Anderen [3]). Da wo durch die Titrirung der Stickstoff des Harns nicht zu finden ist, habe ich den Stickstoff durch die Elementaranalyse bestimmt, so z. B. bei dem 124 tägigen Versuch mit der Taube, dem Versuch an der Kuh und auch bei den meisten Versuchen am Menschen.

Von allem dem nimmt Pflüger keine Notiz; er meint vielmehr [4]): „Die Grösse der Umsetzung der Eiweissstoffe im Thierkörper ist eine der fundamentalsten Fragen der Physiologie; zu ihrer Beurtheilung besitzen wir keinen anderen Anhaltspunkt als die quantitative Bestimmung des Harnstoffs im Harn."

Pflüger hat sich offenbar über diese Verhältnisse nicht die nöthige Aufklärung verschafft, denn es ist durch meine Arbeiten längst nachgewiesen, dass nur aus der Stickstoffausscheidung im Harn und Koth der Eiweisszerfall ermittelt werden kann und die Liebig'sche Titrirmethode in gewissen Fällen nur deshalb brauchbar ist, weil sie mit genügender Genauigkeit die Menge des Stickstoffs,

---

1) Voit, physiol.-chem. Untersuchungen (1857) S. 12.

2) Voit, Ztschr. f. Biol. Bd. 1 (1865) S. 118 u. 120.

3) z. B. Ztschr. f. Biologie Bd. 2 (1866) S. 469; Bd. 4 (1868) S. 356 u. 361; Bd. 13 (1877) S. 278 u. 285; Bd. 14 (1878) S. 182, 185 u. 191. Dazu kommen noch Gruber's Bestimmungen Bd. 16 (1880) S. 405 und Bd. 17 (1881) S. 105.

4) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 21 (1880) S, 248.

und nicht des Harnstoffs, ergibt. — Pflüger[1]) sagt ferner: „auch bei Voit's Controle der Titration durch directe Stickstoffbestimmung des Harns ist zu bedenken, dass sehr leicht diese Stickstoffbestimmungen zu kleine Werthe geben, so dass bei beiden Methoden der Fehler zufällig ungefähr gleich gross gewesen sein kann."

Wer möchte ohne Weiteres annehmen, dass in hunderten von Fällen die beiderseitigen Fehler, durch die directe Stickstoffbestimmung und durch die Titrirung, zufällig ungefähr gleich gross sich gestellt haben, obwohl Pflüger's Berechnungen zufolge bei der früheren Art der Harnstofftitrirung nach Liebig's Vorschrift Fehler bis zu 14% auftreten und die von mir erhaltenen Werthe bald viel zu gross, bald viel zu klein, bald zufällig richtig sein sollen?[2]) Wie wäre es möglich, bei der Elementaranalyse um 14% Stickstoff zu wenig oder zu viel zu erhalten? Selbst ein sehr strenger Beurtheiler wird doch solche Vorwürfe erst dann erheben, wenn er durch eigene Untersuchungen nachzuweisen vermag, dass die angewandten Methoden wirklich nicht die von mir gefundene Uebereinstimmung ergeben, und solche Vergleiche hat Pflüger nicht gemacht. Dass man durch die Verbrennung des Harns mit Natronkalk, wie sie von mir ausgeführt wird, richtige Resultate erhält und dass daher auch meine damit gut übereinstimmenden aus der Titration abgeleiteten Werthe bis zu dem angegebenen Grade genau sind, geht aufs sicherste aus Gruber's Bestimmungen nach Dumas' Methode hervor. — Bei Pflüger[3]) heisst es weiter: „ich behalte mir ferner vor, Untersuchungen anzustellen oder anstellen zu lassen, welche eine Vergleichung des durch Verbrennung des Harns ermittelten Stickstoffgehaltes mit dem aus dem richtig titrirten Harnstoffe berechneten ermöglichen. Da durch Quecksilbernitrat ausser dem Harnstoff noch sehr viele andere, wenn auch in geringer Menge vorhandene Körper gefällt werden, so ist jetzt eine derartige vergleichende Untersuchung ein geradezu dringendes Bedürfniss." Und obwohl Gruber[4]) darauf hingewiesen hat, dass solche Untersuchungen

1) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 21 (1880) S. 285.
2) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 23 (1880) S. 141.
3) a. a. O. Bd. 23 (1880) S. 150.
4) Gruber, Ztschr. f. Biologie Bd. 17 (1881) S. 103.

schon längst vorliegen und ich auf die ausser dem Harnstoff durch Quecksilbernitrat fällbaren stickstoffhaltigen Stoffe im Harn zuerst aufmerksam gemacht habe, wiederholt Pflüger nochmals[1]), ich solle mein Titrationsverfahren angeben, damit ein sicheres Urtheil über die Grösse meiner Beobachtungsfehler ermöglicht werde, welche ich doch durch zahlreiche Analysen selbst genau festgestellt habe.

Die Frage, soweit sie mich und mein Laboratorium angeht, ist einfach die, wie weit genau bestimmt man den Stickstoffgehalt des Harns durch das angewendete Titrirverfahren und ist es darnach möglich, die auf diese Bestimmung gegründeten Schlussfolgerungen zu ziehen. Diese Frage ist durch unsere Untersuchungen völlig gelöst, und Pflüger wird durch erneute Versuche nichts Neues hierüber beibringen. —

Mit welch ungleichem Maassstabe Pflüger, sobald er mit einem Anderen auf dem gleichem Arbeitsfelde zusammentrifft, misst, zeigt die von ihm oder vielmehr die von seinem Schüler Hans Leo[2]) geübte Kritik der Untersuchungen von Pettenkofer und mir [3]) über die Frage der Ausscheidung gasförmigen Stickstoffs aus dem Thierkörper. Alle unsere auf vielfache und doch gewiss beachtenswerthe Versuche gegründeten Einwände gegen Seegen und Nowak sind nämlich nach seiner Meinung, sowie nach der von Seegen und Nowak[4]), hinfällig durch die beiden Controlversuche der letzteren mit einer Weingeistflamme.

Wir haben aber durch eingehende Versuche so viele und so grosse Fehlerquellen bei dem Verfahren von Seegen und Nowak nachgewiesen, dass die Resultate derselben unmöglich richtig sein können. Daraus folgt von selbst, dass die zwei Controlversuche, welche keine Stickstoffvermehrung erkennen liessen, entweder mit Fehlern behaftet sind oder unter anderen Umständen angestellt worden sind als die Thierversuche. Wir gingen auf eine nähere Kritik dieser Controlversuche deshalb nicht ein, weil gegenüber den von uns gefundenen Mängeln in der Methode von Seegen und

1) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 26 (1881) S. 292.
2) Hans Leo, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 26 (1881) S. 219.
3) Pettenkofer u. Voit, Ztschr. f. Biologie Bd. 16 (1880) S. 508.
4) Seegen u. Nowak, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 25 (1881) S. 383.

Nowak zwei Controlversuche, welche mit ihrer Annahme leidlich stimmten, uns gar keine Bedeutung mehr zu haben schienen. Wir[1]) haben daher hierüber nur gesagt: „es liessen sich zwar manche Einwendungen gegen diese beiden Controlversuche mit Weingeist machen, aber wir sind nicht gewillt, die von Seegen und Nowak gefundene Stickstoffansammlung ausschliesslich von einem Gehalte des Sauerstoffgases an Stickstoff abzuleiten; weitaus das bedenklichste der Versuchsanordnung bei Seegen und Nowak liegt in einer anderen Richtung." Dies ist hauptsächlich die Annahme der gleichen Temperatur an allen Theilen des grossen 50 bis 310 Liter fassenden Athemraumes und der langen Röhrenleitung, sowie die Messung derselben an einer einzigen Stelle, obwohl sich darin Wärme abgebende Thiere befinden und die circulirende Luft durch einen Verbrennungsofen erhitzt wird. Wir machten nun darauf aufmerksam, dass allein bei den Weingeistcontrolversuchen nach dem Verlöschen der Lampe das Auspumpen der Luft noch 4 Stunden fortgesetzt wurde, wodurch sich die Ungleichartigkeit der Temperatur ausgleichen musste, und wir sahen darin zum Theil die Erklärung dafür, warum diese beiden Controlversuche nur ein unbedeutendes Stickstoffplus ergeben haben.

Wenn in der That alle unsere Einwände durch die zwei Controlversuche von Seegen und Nowak hinfällig wären, dann müssten, sollte man glauben, die Thierversuche, bei welchen eine Abgabe von gasförmigem Stickstoff aus dem Organismus stattfinden soll, richtig und somit die Versuche von Pflüger und Leo, nach welchen keine solche Stickstoffabgabe existirt, unrichtig sein. Trotzdem halten sich die beiden letzteren doch für wohl berechtigt, die Resultate der Untersuchungen von Seegen und Nowak in Zweifel zu ziehen und zwar merkwürdiger Weise deshalb, weil die Controlversuche, welche alle unsere Einwände hinfällig machen sollen, nicht an der richtigen Stelle und nicht in genügender Zahl angestellt worden seien: sie sagen, es wäre erforderlich „nach jedem Versuche und unter Benützung desselben Sauerstoffs, der zu den vorhergehenden Thierversuchen gedient hatte, einen Controlversuch mit

1) a. a. O. S. 535.

einer andern, Sauerstoff consumirenden Substanz anzustellen." Obwohl also Pettenkofer und ich ganz bestimmte, auf Experimente gestützte Bedenken nicht nur gegen die Thierversuche, sondern auch gegen die Controlversuche von Seegen und Nowak geltend gemacht haben, so sollen durch letztere alle unsere Einwände gegen die ersteren hinfällig sein, hingegen die wenigen Worte, welche Pflüger und Leo äussern, dass die Controlversuche nicht an der richtigen Stelle und nicht in genügender Zahl angestellt worden seien, sie sollen genügen, den Controlversuchen die Beweiskraft zu nehmen, ja auch dazu berechtigen, die Resultate der Thierversuche zu bezweifeln. Das ist doch nicht mit gleichem Maasse gemessen.

Glaubt Pflüger wirklich, dass es denkbar und möglich ist, mit dem Verfahren von Seegen und Nowak richtige Resultate zu erhalten, und wenn er es nicht glaubt, warum sollen dann unsere Einwände dagegen hinfällig sein? In der That, er vermeidet bei seinen eigenen Versuchen alle die Fehler, welche Seegen und Nowak gemacht haben: er nimmt Chlorkalciumlösung als Sperrflüssigkeit im Gasometer (da das von Seegen und Nowak benützte Oel nach seinen Versuchen im Vacuum sehr grosse Luftquantitäten ausscheide, worauf doch wir aufmerksam gemacht haben), er nimmt zur Entwicklung des Sauerstoffs reines chlorsaures Kali ohne Zusatz von Braunstein, er vermindert den grossen Luftraum und die durch letzteren bedingte beträchtliche (1000 bis 6200fache) Multiplication bei der Untersuchung kleiner Proben der Luft, indem er mit der Trachea des Thieres (Kaninchens) den mit reinem Sauerstoff gefüllten Athemraum von nur 460—500^{ccm} Inhalt verbindet.

Dabei macht er die Erfahrung, dass die Thiere Stickgas ausscheiden, wenn man nicht von ihrer Haut die atmosphärische Luft durch Versenken in Wasser abhält, wenn ferner das im Körper vorhandene Stickgas nicht durch Stunden langen Gaswechsel ausgespült wird und endlich die Darmgase durch Verschlucken von Wasser nicht entfernt sind.

Pettenkofer und ich[1]) haben uns bekanntlich öfters dahin ausgesprochen, dass das von Regnault und Reiset gefundene

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 1 (1865) S. 38; Bd. 2 (1866) S. 199; Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. 6 (1881) S. 40.

geringe Plus oder Minus an Stickstoff in der Luft, in welcher Thiere geathmet hatten, nichts mit den in ihnen zersetzten stickstoffhaltigen Stoffen zu thun habe, sondern vielmehr theils von Mängeln des angewendeten Apparates, theils von dem im Körper vorhandenen und aus der atmosphärischen Luft stammenden Stickgas herrühre. Seegen und Nowak[1]), sowie Pflüger[2]) haben uns das auffallender Weise sehr verübelt, und speciell Pflüger bemerkt: „Pettenkofer und Voit rügen allerdings verschiedene Mängel an Regnault's Arbeit. Man kann wohl an jeder Arbeit Mängel finden; es fragt sich nur, ob diese Mängel für die Schlussfolgerungen von Belang sind. So sehr ich also auch die Berechtigung der Voit-Pettenkofer'schen Kritik in verschiedener Beziehung zugebe, ebenso bestimmt behaupte ich, dass die Regnault vorgehaltenen Mängel — vom Stickstoff abgesehen — irrelevant sind. Seit einer langen Reihe von Jahren habe ich nur immer mich aufs neue zu überzeugen Gelegenheit gehabt, dass Regnault ein absolut zuverlässiger Naturforscher war, wie es Wenige gibt, und wofür er von den besten Physikern und Chemikern immer gehalten worden ist."

Da könnte man glauben, dass wir Regnault für unzuverlässig erklärt hätten, während wir im Gegentheil seinen Versuchen stets die höchste Anerkennung gezollt und nur die Genauigkeit der Angaben über die Abgabe und Aufnahme von Stickgas theilweise bezweifelt haben. Pflüger hätte nicht dazu kommen sollen, an uns seine Belehrung über die Exactheit der Arbeiten Regnault's zu richten, während er ohne solche Ermahnung an seine eigene Person Mängel in Regnault's Versuchen finden darf[3]) und zwar in ganz demselben Punkte, in welchem ausschliesslich auch wir solche auf Grund unserer Versuche und anderweitiger Erfahrungen angegeben haben. Denn wir haben an Regnault's Versuchen gar nichts anderes als die scheinbare Stickstoffabgabe vom Körper ausgestellt: uns aber muss dies ebenso wie Pflüger erlaubt sein.

Je mehr es Pflüger gelang, den Sauerstoff rein zu bereiten und das im Körper präexistirende Stickgas zu entfernen, desto

1) Seegen u. Nowak, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 19 (1879) S. 347.
2) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 18 (1878) S. 383.
3) Siehe hierüber auch: Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 14 (1877) S. 94.

weniger erhielt er Stickstoff in der Ausathemluft. Zuletzt drückte er die scheinbare Stickstoffexhalation für 1 Kilo Thier während 1 Stunde im Mittel auf 0,00042g (1/12 des von Seegen und Nowak beobachteten Werthes) oder für 1 Kilo Thier während 24 Stunden auf 0,01g herab. Indem er nun annimmt, dass 1 Kilo Hund etwa 12g Eiweiss (mit 1,8g Stickstoff) in 24 Stunden zersetzt, berechnet er eine Abgabe von 0,55 % des gesammten Stickstoffs in gasförmigem Zustande.

Der Eiweissumsatz ist aber bekanntlich ausserordentlich verschieden, vor allem bedingt durch die Menge der Zufuhr von Eiweiss in der Nahrung; in der 4.—10. Stunde nach reichlicher Eiweissaufnahme gibt ein Thier bis zu 12 mal mehr Stickstoff im Harn ab als im nüchternen Zustande; würde daher ein bestimmter Theil des Stickstoffs des zersetzten Eiweisses in Gasform entfernt, dann müssten die Mengen des letzteren, auf 1 Kilo Thier und auf 1 Stunde reducirt, äusserst wechselnd sich gestalten. 1 Kilo Kaninchen scheidet nach Rubner am ersten Hungertag im Mittel 0,5g Stickstoff im Harn aus, als Stickgas also, bei 0,01g, 2 %. Ein hungernder Hund von 35 Kilo Gewicht zersetzt täglich etwa 36g Eiweiss mit 5,6g Stickstoff, also treffen auf 1 Kilo nur 0,16g Stickstoff, von denen 0,01g 6 % ausmachen; derselbe Hund reicht mit 110g Eiweiss im Fleisch (mit 17g Stickstoff) unter Zusatz von Fett aus, so dass nach der Voraussetzung von Pflüger 2 % des Stickstoffs gasförmig weggehen würden. Nur bei der Annahme eines sehr reichlichen Eiweisszerfalls sinkt der Werth der gasförmigen Stickstoffabgabe auf 0,55 % herab, nämlich für den Hund von 35 Kilo bei Umsetzung von 1853g Fleisch mit 63g Stickstoff. Pflüger hat aber nicht angegeben, in welchem Zustande sich seine Thiere befanden, ob sie vorher Nahrung aufgenommen hatten oder hungerten.

Bei den Versuchen von Pflüger ist auffallender Weise die Stickgasabgabe durch die Haut und den Darmkanal, in welchem letzteren ja Manche bei den Fäulnissvorgängen Stickgas sich abspalten lassen, ganz unberücksichtigt geblieben. Was wollte er erwidern, wenn Seegen und Nowak ihm einwendeten, dass durch die Haut und besonders durch den Darm der übrige von ihnen gefundene Stickstoff entwichen sei?

Es ist also durch Leo's Versuche nicht strenge bewiesen, dass kein aus der Zersetzung herrührender Stickstoff den Körper in Gasform verlässt, noch weniger aber durch die Versuche von Colasanti, Finkler und Oertmann[1]), welche Pflüger[2]) unseren Angaben über das Verhalten des Stickstoffs im Körper gegenüber hält.

Ich bin dagegen vollkommen überzeugt, dass die Thiere kein aus obiger Quelle stammendes Stickgas abgeben, denn es ist dies durch meine Untersuchungen am Hund, der Taube und der Kuh schon seit Jahren sicher gestellt. Pettenkofer und ich haben den Versuch Gruber's nicht, wie Pflüger sich ausdrückt, „incredibile dictu", als „Ursäule" der von uns „nicht bewiesenen Ansicht, dass kein Stickstoff aus dem Eiweiss den Körper gasförmig verlässt", ausgegeben, sondern nur auf ihn, als auf einen Versuch hingewiesen, durch den alle meinen früheren Versuchen gemachten, ganz ungerechtfertigten Einwände widerlegt worden sind. Ich halte fest, dass unsere Versuche das Austreten des Stickstoffs im Harn und Koth, soweit es für die Feststellung der Gesetze der Eiweisszersetzung zu wissen nöthig ist, nachgewiesen haben, und dass dies dabei ebenso genau geschehen kann und geschehen ist, wie mit der Bestimmung des gasförmig abgegebenen Stickstoffs, besonders bei Kaninchen oder Meerschweinchen während der kurzen Zeit von 1 bis höchstens 6 Stunden. —

Pflüger hat, nach dem Wortlaut seines letzten Angriffes, die Anschauung ausgesprochen, es habe die ungeschminkte Wahrheit seiner sachlichen kritischen Antwort mich dermassen gepackt, dass ich in einem wahren Paroxysmus wüthender Leidenschaft, jede sachliche Erörterung bei Seite setzend, ihn mit den beleidigendsten Schmähungen überhäuft habe. Seine Abhandlung enthielte aber nur Thatsachen und implicite die Anschuldigung, dass ich den Thatsachen Zwang anthue, weshalb er zu den meisten der aus meinem Laboratorium stammenden Arbeiten kein Vertrauen habe.

1) Siehe hierüber: Schulz, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 14 (1877) S. 84; Colasanti, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 14 (1877) S. 122; Finkler, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 15 (1877) S. 632.

2) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 25 (1881) S. 297.

Nachdem Gruber[1]) die „sachlichen" Einwände Pflüger's gegen unsere Angaben vollständig widerlegt und die fortwährenden Missverständnisse desselben, soweit es nöthig erschien, klargestellt hatte, blieb es mir übrig, seine ohne jede sachliche Begründung gegen die aus meinem Laboratorium hervorgegangenen Arbeiten gemachten Anschuldigungen zurückzuweisen; dies konnte nur geschehen, indem ich ruhig, und nicht, wie Pflüger sagt, in Leidenschaft und unter Wuthausbrüchen, welche mir fremd, ja verhasst sind, in einer kurzen Nachschrift erklärte, auf Verdächtigungen und Verläumdungen, welche ich nur zu verachten vermöge, nicht zu antworten.

Aber sollte ich vielleicht darin geirrt haben, dass Pflüger meine Arbeiten zu verdächtigen und mich zu verläumden gesucht hat, und ist es wirklich wahr, dass er mir nur implicite vorgeworfen, den Thatsachen Zwang angethan zu haben? Wenn letzteres heisst, dass ich aus den von mir gefundenen Thatsachen Schlüsse gezogen habe, welche durch die Thatsachen nicht gedeckt werden und welchen vielleicht die Thatsachen sogar theilweise widersprechen, dann wäre bei einer so einfachen Sache ein Verständniss leicht zu erzielen. Ich könnte ja nur erfreut sein, wenn ich die Aeusserungen Pflüger's unrichtig im schlimmen Sinne aufgefasst hätte, und ich würde alsbald und gerne meinen Irrthum bekennen.

Pflüger hat bis jetzt vier Abhandlungen geschrieben, welche sich ausschliesslich mit mir beschäftigen und ihrem Titel nach direct gegen mich gerichtet sind; niemand wird daher seine Meinung theilen, dass ich der Angreifer und er der gemässigte und unschuldig Angegriffene sei, als der er sich in seiner jüngsten Erklärung darstellt[2]).

In einer Anzahl von Stellen seiner Abhandlungen, die ich zum Theil in meiner letzten Abwehr schon erwähnt habe[3]), spricht Pflüger von der Ungenauigkeit meiner Arbeiten und zwar ohne einen haltbaren Grund dafür anzugeben.

In seiner Kritik[4]) der Lossen'schen Untersuchung, meint er in dieser allerlei Fehler finden zu können, um seinen Satz, dass die Athemmechanik den Stoffwechsel nicht beeinflusse, zu retten, wo-

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 17 (1881) S. 78 und 239.
2) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 26 (1881) S. 289.
3) Voit, Ztschr. f. Biologie Bd. 17 (1881) S. 248.
4) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 14 (1877) S. 1.

gegen ich [1]) dargethan habe, dass diese Kritik verfehlt ist, da sich mit der grössten Leichtigkeit am Menschen nachweisen lässt, dass die Athembewegungen wie alle anderen Muskelbewegungen den Umsatz des Fettes steigern. Pflüger hat die Wirkung der durch die Athemmuskeln bedingten Athemmechanik mit der Wirkung der Menge des in die Lunge aufgenommenen Sauerstoffs verwechselt.

Weiterhin behauptete [2]) er, die Respirationsversuche von Pettenkofer und mir seien für den Sauerstoff, den Wasserdampf, das Sumpfgas und den Wasserstoff mit wahrhaft riesigen Fehlern, wofür er die Beweise in Händen habe, behaftet; später äusserte er [3]) nochmals das Gleiche, wiederum ohne die Beweise dafür, obschon er sie bereits in Händen hatte, vorzubringen und zwar wegen Ueberhäufung mit Arbeit aller Art.

Als er zu finden glaubte, dass man bisher mit der Liebig-schen Titrirmethode bis um 14% zu niedrige Werthe erhalten habe, lässt er mich bei meinen controlirenden Elementaranalysen, die seiner Vorstellung widersprechen, ohne Weiteres entsprechende Fehler begehen [4]).

Ein ander Mal erwähnt er [5]) ohne irgend eine Begründung, er habe bisher die von mir und meinen Schülern in München für den Harnstoff erhaltenen Werthe nicht für besonders exact angesehen, obwohl wir doch durch Controlanalysen uns von dem Grad der Genauigkeit unseres Arbeitens überzeugt hatten. Trotz der letzteren, die ihn doch hätten etwas vorsichtiger machen sollen, äussert er sich [6]), er habe es nicht für möglich gehalten, dass wir in so fehlerhafter Weise gearbeitet hätten, wobei er Gruber's Beschreibung der Methode in hohem Grade missversteht.

Ein einziges Mal macht Pflüger den Versuch [7]), näher anzugeben, was ihm denn eigentlich das Vertrauen zu den meisten Früchten meines Laboratoriums genommen habe. Aber er beschränkt

1) Voit, Ztschr. f. Biologie Bd. 14 (1878) S. 99.
2) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 14 (1877) S. 640.
3) a. a. O. Bd. 18 (1878) S. 382.
4) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 21 (1880) S. 285.
5) a. a. O. Bd. 23 (1880) S. 133.
6) a. a. O. Bd. 23 (1880) S. 133.
7) a. a. O. Bd. 26 (1881) S. 297.

sich darauf, die Stellen zu citiren[1]), wo er darüber berichtet habe, an welchen jedoch entweder abermals nur die Behauptung der Ungenauigkeit meiner Untersuchungen sich findet, oder Angaben gemacht sind, welche von mir schon als ungerechtfertigt widerlegt sind.

Niemand aber, und wenn er auch noch so hoch stände, darf ohne entscheidende Beweise beizubringen in dieser Art über wissenschaftliche Arbeiten Anderer urtheilen.

Ich frage, ob Pflüger, indem er zum öfteren meine Arbeiten als voller Fehler darstellt, mir nur vorwirft, den Thatsachen Zwang angethan zu haben? Ich glaubte solche Zweifel in die Genauigkeit der Arbeit eines Anderen, die ohne jegliche Begründung oder mit unzureichenden Gründen gemacht werden, Verdächtigungen dieser Arbeiten nennen zu dürfen. Pflüger möge ruhig Gründe für seine Auffassung bringen, aber auch dabei selbst beherzigen, woran er Pettenkofer und mich, Regnault und Reiset gegenüber, erinnerte, indem er sagte[2]): „man kann wohl an jeder Arbeit Mängel finden; es fragt sich nur, ob diese Mängel für die Schlussfolgerungen von Belang sind". Ich habe stets mich über die Zuverlässigkeit meines Arbeitens zu vergewissern gesucht und die Fehlergrenzen gewissenhaft angegeben, so dass Jedermann zu ersehen vermag, welchen Grad von Genauigkeit die erhaltenen Resultate beanspruchen können, was bei den Arbeiten Anderer nicht immer möglich ist. Meine Angaben sind schon vielfach von Seite Anderer bestätigt worden, und sie werden bei Wiederholung der Versuche im grossen Ganzen immer mehr und mehr sich bewahrheiten, wenn ich auch in Einzelheiten wie jeder strebende und auf einem bisher dunkeln Gebiete vordringende Mensch geirrt haben mag. Das was ich geschaffen habe, wird auch gegen Pflüger's Zustimmung bleiben und sich weiter Bahn brechen.

Aber noch schlimmerer Art schienen mir andere Vorwürfe Pflüger's zu sein.

Schon vor 5 Jahren sagte er[3]) ungerechtfertigter Weise in seiner Kritik der Abhandlung Lossen's, derselbe habe sich ein kleines

1) a. a. O. Bd. 14 (1877) S. 1, 38 u. 630, besonders Bd. 18 (1878) S. 382, 383 u. 384.

2) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 18 (1878) S. 383.

3) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 14 (1877) S. 20; siehe hierüber Voit, Ztschr. f. Biologie Bd. 14 (1878) S. 102.

Manöver erlaubt, um eine Zahl fortzuschaffen, die ihm nicht passte.

Bald darauf beschwerte er sich darüber[1]), ich ignorirte ihn auch dann, wenn ich Thatsachen und Gedanken benütze, welche sein Eigenthum seien. Ich habe aber niemals, wie ich gezeigt habe[2]), einen Gedanken von Pflüger mir zugeschrieben, den dieser vorher klar und deutlich ausgesprochen hatte.

Zweimal erwähnt er[3]), Gruber arbeite in meinem Laboratorium in meinem Interesse. Damit kann doch nur gesagt sein, Gruber bringe das heraus, was ich im Interesse meiner früheren Arbeiten wünsche.

Er führt ferner[4]) drei Gründe an, warum für ihn die von uns gemachte Prüfung der Titrirmethode durch die directe Stickstoffbestimmung nicht erledigt sei und warum er kein Vertrauen zu den meisten Früchten meines Laboratoriums habe.

Sein erster Grund ist, weil Gruber gelegentlich einmal angab, dass eine einzige richtig ausgeführte Analyse nach Dumas den Stickstoffgehalt einer Substanz auf hundertel Procent genau kennen lehre. Man sieht nicht ein, warum dieser Ausspruch ein Grund zu einem Misstrauen gegen unsere Arbeiten sein soll. Es ist zu bemerken, dass Gruber[5]) sich bei seiner Untersuchung nie mit einer einzigen Analyse begnügte, dass aber seine wiederholten Bestimmungen so übereinstimmende Resultate ergaben, dass er recht wohl sagen konnte, der Fehler einer einzigen richtig ausgeführten Analyse betrage nicht ein ganzes Zehntel Procent. Man kann sich daher nur denken, dass Pflüger es für unmöglich hält, wirklich bis zu dem angegebenen Grade übereinstimmende Analysen zu bekommen, und eigentlich sagen will, wir hätten uns „ein kleines Manöver“ erlaubt.

Als zweiten Grund seines Misstrauens führt Pflüger an, dass nach Gruber's Behauptung aller Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth wieder erscheine, obwohl das Körpergewicht des Versuchs-

1) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 14 (1877) S. 644.

2) Voit, Ztschr. f. Biologie Bd. 14 (1878) S. 95.

3) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 25 (1881) S. 295 und Bd. 26 (1881) S. 289.

4) a. a. O. Bd. 25 (1881) S. 296.

5) Gruber, Ztschr. f. Biologie Bd. 17 (1881) S. 247.

hundes um 940g abnahm. Ich frage wiederum, was eine solche Angabe mit unserer Controle der Harnstofftitration zu thun haben soll und warum diese letztere dadurch nicht erledigt sein soll, wenn man nicht abermals sagen will, dass es überhaupt bei unseren Arbeiten nicht mit rechten Dingen zugegangen sei. Wie es vorkommen kann, dass bei dem Gleichgewicht im Stickstoff der Einnahmen und Ausgaben durch Darm und Nieren ein Versuchsthier um 940g an Gewicht abnimmt, darüber geben meine Versuche vollkommenen Aufschluss und wird auch Gruber in der nächsten Zeit nochmals näher sich hierüber aussprechen.

Endlich der dritte Grund. Es habe sich nach dem Bekanntwerden seiner Methode der Harnstofftitration sofort gezeigt, dass unsere Hunde aus demselben Fleischquantum 6 % mehr Harnstoff als früher bereiteten und es hätte sich gefragt, woher jetzt plötzlich dieses Plus von Stickstoff im Harn herkomme; da habe nun Gruber im Fleisch entsprechend mehr Stickstoff gefunden, welche Differenz die Stickstoffbilanz wieder stimmend gemacht habe. Die Ursache des höheren Stickstoffgehaltes des Fleisches ist nach Gruber die verschiedene Präparation desselben und es ist daran nichts absonderliches. Nachweislich hat Gruber seine Bestimmungen vor der Veröffentlichung der Pflüger'schen Methode gemacht[1]) und ferner ist es nach ihm für die Ermittlung des Stickstoffgehaltes im Harn, wenn nur der Titer der Quecksilberlösung in gleicher Weise festgestellt wird, fast gleichgültig, ob man nach Liebig oder nach Hoppe-Seyler oder nach Pflüger arbeitet. Wenn aber Pflüger sagt, es sei plötzlich nach Bekanntwerden seiner Methode der Stickstoffgehalt des Harns von uns höher gefunden worden, so heisst dies doch, wir hätten jetzt auf einmal nach Pflüger's Methode und ganz anders als früher gearbeitet, geständen es aber nicht zu und deshalb hätte auch im Fleisch zur Harmonisirung der Bilanz mehr Stickstoff gefunden werden müssen. Ich wüsste wenigstens nicht, warum durch unsere obigen Angaben, die in gar keinem Zu-

1) Pflüger's Abhandlung (Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 21 Heft 5 u. 6) wurde am 21. Februar 1880 ausgegeben und gelangte erst später durch die Buchhandlung in unsere Hände, während Gruber's Hauptversuch vom 5. bis 28. Februar 1880 angestellt wurde.

sammenhang damit stehende Stickstoffcontrole nicht erledigt sein sollte, wenn man nicht gewisse Kunstgriffe und schlechte Mittel von unserer Seite voraussetzt. Dass diese meine Auslegung richtig ist, geht aus den weiteren Erörterungen Pflüger's[1]) hervor, worin er sagt, seine Zeilen genügten, um den Charakter der unter meinen Auspicien sich entwickelnden Arbeiten jedem Sachverständigen klar zu machen, und der eigentliche Zweck von Gruber's Angriff sei nur gewesen, um nach seiner (Pflüger's) Methode arbeiten und ihn ignoriren zu können. Und diesen Vorwurf erhebt Pflüger, obwohl er aus Gruber's Schrift wissen konnte, dass dieser seine Untersuchung schon vollendet hatte, ehe uns seine Titrationsmethode bekannt sein konnte, und es Gruber's Aufgabe war, Seegen und Nowak zu widerlegen.

Nach meinem Dafürhalten hat demnach Pflüger nicht bloss behauptet, dass wir den Thatsachen Zwang anthun; ich muss vielmehr nach wie vor das über Gruber und mich Ausgesagte für eine Verläumdung halten. Die Leser mögen entscheiden, ob ich Pflüger's Abhandlung nur oberflächlich gelesen und missverstanden oder ob sich Pflüger nicht mehr genau erinnert, was er gegen uns geschrieben. Ich habe aber auf Verläumdungen, wie ich schon erklärt habe, keine Antwort.

Es wird Pflüger kaum gelingen, durch eine solche Polemik Andere zu überzeugen; auch hat die weite Verbreitung seiner Angriffe in Kreisen, die mit der Sache nichts zu thun haben, sicherlich nicht den beabsichtigten Erfolg hervorgebracht.

Die Kampfweise Pflüger's ist so leidenschaftlich, dass es meist fast unmöglich ist, mit ihm zur Ergründung der Wahrheit zu discutiren.

Nachdem Pflüger die Lossen'sche Arbeit angegriffen und daraus zu deduciren gesucht hatte, dass die Athemmechanik keinen Einfluss auf den Stoffumsatz besitze, habe ich nachgewiesen, wie er hierin im Unrecht ist, und wie leicht und sicher ein solcher Einfluss am Menschen sich darthun lässt. Nichtsdestoweniger führte er später Lossen's Arbeit als Grund an, warum er kein Vertrauen in die Früchte meines Laboratoriums setze.

1) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 26 (1881) S. 297 u. 298.

Als ich zeigte, dass ich vor ihm die Rolle der Athembewegungen erkannt habe, so citirt er dagegen frühere Stellen seiner Abhandlungen, in welchen er aber solche Schlussfolgerungen nicht gezogen hat[1]).

Zuerst behauptet er[2]), das Verfahren von Gruber gebe ganz kolossale Fehler, es habe gar keine Aehnlichkeit mit dem seinigen und er hätte nicht gedacht, dass wir so schlecht arbeiteten. Dann, als ihm nachgewiesen worden war[3]), dass dies nicht der Fall sei und er uns missverstanden habe, meint er[4]), unser Verfahren wäre das seinige bis auf eine Modification und wir wollten ihm dasselbe stehlen. Eine Seite darnach (S. 295) sagt er wieder, er habe gezeigt, mit wie grossen Fehlern die von Gruber beschriebene Methode behaftet sei.

Wenn man nachweist, dass Liebig die Harnbarytmischung bei der Titration des Harnstoffs nicht neutralisirt habe, so bleibt er dennoch bei seiner unrichtigen Annahme stehen.

Pflüger sagt weiterhin[5]): „Da Gruber meine nach seinen früheren Auslassungen so schlechte Methode nunmehr für Voit reclamirt, so muss sie wohl gut sein." Er citirt dabei die Zeitschrift für Biologie Bd. 17 S. 240, wo eine Reclamation der Art für mich gar nicht vorkommt. Gruber hat nie Pflüger's Methode eine schlechte genannt, sondern nur seine Correctur als fehlerhaft bezeichnet, da er sie nicht bei der Feststellung des Titers der Quecksilbernitratlösung anwendet und er hat sie nie für mich reclamirt, vielmehr ausdrücklich mir nicht zugeschrieben[6]).

Pflüger hat endlich kein Bedenken getragen, eine ganz persönliche Angelegenheit in seinem Streite als Waffe gegen mich zu verwerthen; er hat nämlich mitgetheilt[7]), es wäre ihm glaubwürdig versichert worden, dass sein Specialschüler Wolffberg eine gegen ihn gerichtete Prioritätsreclamation nur deshalb veröffentlichte, weil

1) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 1 (1868) S. 76 u. Bd. 2 (1869) S. 169.
2) a. a. O. Bd. 23 (1880) S. 133.
3) Gruber, Ztschr. f. Biologie Bd. 17 (1881) S. 80.
4) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 25 (1881) S. 294.
5) a. a. O. Bd. 26 (1881) S. 292.
6) Gruber, Ztschr. f. Biologie Bd. 17 (1881) S. 241.
7) Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 26 (1881) S. 289.

ich ihn dazu gezwungen hätte. Wolffberg [1]), dessen Worte von Zuntz nach meiner Ueberzeugung missverstanden worden sind, hat nun erklärt, und ich kann diese seine Erklärung durch die in der damaligen Zeit an mich geschriebenen Briefe als richtig beweisen, dass ich ihn in keiner Weise zu jener Aussage gezwungen habe, denn er habe die Correcturbogen seiner Abhandlung durchgesehen, und es wäre somit der Passus über Pflüger nicht ohne seinen Willen publicirt worden. Es sind daher die in dieser Beziehung mir von Pflüger gemachten Vorwürfe und seine daran angereihten, meinen Charakter betreffenden Folgerungen ganz hinfällig. Wie leicht hätte Pflüger, ehe er so schwer wiegende Anklagen gegen einen Anderen erhoben, sich näher und sicher über die Sache unterrichten können, anstatt die Mittheilung eines dritten ohne Weiteres zu veröffentlichen. Ich hätte ferner gedacht, dass, nachdem sich jene Vorwürfe als ungerechtfertigt herausgestellt haben, Pflüger ein Wort der Entschuldigung hätte finden müssen gegenüber demjenigen, dem er grosses Unrecht gethan hat.

1) Wolffberg, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 26 (1881) S. 569.



Versuche zur Ausmittelung der Gesammtmenge des flüssigen Inhaltes im menschlichen Magen.

Von

Dr. W. Jaworski

in Krakau.

Während die Frage nach den Magengrenzen und der Magencapacität vielfach discutirt wird, ist die nicht minder wichtige Frage nach der Menge der zu gewisser Zeit vorhandenen Magenflüssigkeit noch nicht genügend erörtert. Die in dieser Beziehung gemachten und mir bekannten Versuche am Menschen sind nur qualitativer Natur und beschränken sich auf das Constatiren des Vorhanden- oder nicht Vorhandenseins von Flüssigkeit im Magen. Die eine Methode, welche auf Erzeugung des Succussionsgeräusches beruht, beantwortet die Frage über das Vorhandensein der Flüssigkeit deswegen nicht in befriedigender Weise, weil sie bei geringen Mengen derselben im Stiche lässt und bei ihrer Ansammlung in benachbarten Hohlorganen zu Täuschungen Anlass gibt. Die zweite Methode nach Rosenbach mittels Zusammendrückens eines am Mundende der Sonde befestigten Kautschukballons Geräusche im Magen hervorzurufen, ist entschieden viel sicherer als die erstere, indem sie die Verwechselung des Ortes ausschliesst und noch bei geringen Flüssigkeitsmengen anwendbar ist. Diese Methode finde ich bequemer in der Weise modificirt, dass man das conische Endstück der Magensonde mit Hilfe eines an einem durchbohrten Kautschukstöpsel befestigten Kautschukschlauches verlängert, und, während man mit dem Ohr die Magengegend auscultirt, mit dem Munde mittels des angesetzten Kautschukschlauches die Luft in den Magen stossweisse einbläst. Ist flüssiger Mageninhalt vorhanden, so nimmt man stets ein grossblasiges, oft metallisch klingendes, Plätschergeräusch wahr.

Die beiden obigen Methoden geben aber keineswegs die Menge der im Magen vorhandenen Flüssigkeit an. Es ist jedoch bei vielen physiologischen, diagnostischen und therapeutischen Fragen von grosser Wichtigkeit, die Quantität des flüssigen Mageninhaltes und ihre Aenderung zu kennen. Das beste und einfachste Mittel hierzu wäre anscheinend die totale Aspiration des Inhaltes mittels der Magensonde und der Aspirationspumpe. Jedoch bleiben wegen der Gestaltung des Magens und wegen nicht constanter Lage des Sondenstückes im Magen, wie die unten angeführten Versuche lehren, nicht unerhebliche Mengen von Flüssigkeit in ihm zurück. Bei vielen Versuchen an demselben Versuchsindividuum würde die restirende Flüssigkeit die Versuchsresultate in Bezug auf ihren relativen Werth nicht beeinflussen, wenn dieselbe stets in einer und derselben Menge zurückbliebe; aber auch diese Voraussetzung, der ich auf das sorgfältigste durch stets das gleiche Versuchsverfahren zu genügen strebte, erfüllt sich nicht vollkommen. Die unten angeführten Versuche zeigen, dass, wenn die Flüssigkeit aus dem Magen nach Möglichkeit aspirirt worden war und dann 100 ccm neuer Flüssigkeit durch die Schlundsonde eingeführt wurden, bald mehr, bald weniger als 100 ccm Flüssigkeit aus dem Magen, trotz derselben Anordnung des Versuches, heraufgeholt werden konnten, also in dem Magen sehr variable Mengen von Flüssigkeit zurückbleiben. Die Aspirationsmethode gibt mithin nur annähernde, aber keine exacten Resultate.

Da es mir bei Versuchen über die Veränderung verschiedener Agentien im Magen nothwendig war, die jeweilige Flüssigkeitsmenge in demselben zu kennen, ging ich, um diesen Zweck zu erreichen, von folgenden Prämissen aus: Befindet sich im Magen eine gewisse Menge Flüssigkeit, und giesst man die abgemessene Lösung eines Stoffes von bekanntem Gehalte hinzu, so wird die Lösung verdünnt durch die im Magen befindliche Flüssigkeit, oder: Befindet sich in der Magenflüssigkeit ein Körper gelöst und bringt man eine abgemessene Menge destillirten Wassers hinein, so wird dieselbe entsprechend der zugegossenen Menge Wassers verdünnt, und es lässt sich aus der Grösse dieser Verdünnung ein Schluss auf die Menge der verdünnten Flüssigkeit im Magen ziehen. Diese Prä-

missen, in mathematische Sprache übertragen, stellen sich folgendermaassen dar. Es sei

- x die unbekannte Menge der im Magen restirenden Flüssigkeit in Cubikcentimetern ausgedrückt,
- y der gesammte Gehalt an einem in x gelösten Körper,
- p_1 der Procentgehalt der Flüssigkeit x an diesem Körper, welcher nach Aspiration des Mageninhaltes zu bestimmen ist,
- M die eingeführte Menge Bestimmungslösung in Cubikcentimetern ausgedrückt,
- P der gesammte Gehalt der Lösung M an dem aufgelösten Körper,
- p_2 der Procentgehalt an diesem Körper nach der stattgehabten Mischung der Magenflüssigkeit x mit der eingeführten Flüssigkeit M, also der Procentgehalt von $(x + M)$, welcher nach der Aspiration des Mageninhaltes zu bestimmen ist.

Diese Grössen führen zu folgender Zusammenstellung:

$$x : 100 = y : p_1, \text{ woraus } y = x\frac{p_1}{100};$$

aus demselben Grunde ist

$$(x + M) : 100 = (y + P) : p_2;$$

wird darin der Werth von y substituirt, so erhält man

$$p_2(x + M) = 100\left(\frac{p_1}{100}x + P\right),$$

woraus sich ergibt:

$$\text{Ia.} \quad x = \frac{100P - p_2 M}{p_2 - p_1};$$

wird bei allen Versuchen dieselbe Quantität der Lösung, am bequemsten 100^{ccm}, angewendet, so ist $M = 100$ und die obige Formel geht in die einfachere über:

$$\text{Ib.} \quad x = 100\frac{P - p_2}{p_2 - p_1}.$$

Diese beiden Formeln dienen zur Berechnung der Resultate, wenn in der Magenflüssigkeit x der Procentgehalt p_1, z. B. an Cl, an Säure oder Alkali bekannt ist, und dann eine Lösung M von demselben Körper, also von Kochsalz, Säure oder Alkali eingeführt wird, wobei aber stets der Procentgehalt der eingeführten Lösung M

grösser sein muss als der der Magenflüssigkeit x, indem bei $P = p_1$ auch $p_2 = p_1$ wird und die Formel Ib den unbestimmten Ausdruck $x = \frac{0}{0}$ gibt, dagegen für $P < p_1$ auch $p_2 < p_1$ wird und man für x eine negative Zahl bekommt.

Viel bequemer ist es, in der Lösung M von bekanntem Gehalte P Stoffe, die im Mageninhalte nicht vorhanden sind (z. B. lösliche schwefelsaure, phosphorsaure oder Eisensalze) einzuführen und nach dem Vermischen und der Aspiration die Verdünnung zu bestimmen. Für diese Fälle ist $p_1 = 0$ und die Formeln Ia und Ib gehen über in:

$$\text{IIa.} \quad x = 100\frac{P}{p_2} - M \quad \text{und} \quad \text{IIb.} \quad x = 100\left(\frac{P}{p_2} - 1\right).$$

Noch einfacher gestaltet sich das Verfahren, wenn irgend eine im aspirirten Mageninhalte gelöste Substanz, z. B. Cl, Säure, Alkali, scharf bestimmt werden kann und man hierauf in den Magen eine Quantität M destillirtes Wasser einführt. In diesem Falle wird $P = 0$ und die Formeln Ia und Ib nehmen folgende Form an:

$$\text{IIIa.} \quad x = \frac{p_2 M}{p_1 - p_2} \quad \text{und} \quad \text{IIIb.} \quad x = 100\frac{p_2}{p_1 - p_2}.$$

Nach diesen theoretischen Erörterungen führe ich drei Reihen von Versuchen vor, von welchen die zwei ersten Reihen an einem jungen Manne ausgeführt wurden.

A. Einfache Bestimmungen.

Die Angaben in dieser Reihe sind entnommen aus Versuchen, deren Hauptzweck die Ermittelung des relativen Verschwindens der Lösungen aus dem menschlichen Magen war, und welche von mir in meinem Laboratorium mit Beachtung der dem Chemiker gebotenen Genauigkeit der Arbeit gewonnen wurden. Die angewandten Schlundsonden waren von weichem rothem Kautschuk und doppelt gefenstert; vor der Einführung in den Oesophagus wurden sie mit destillirtem Wasser benetzt. Die Aspiration geschah nach dem Princip der Bunsen'schen Aspirationswasserpumpe, wie sie in chemischen Laboratorien zu Filtrirzwecken angewendet wird. Die Magenflüssigkeit wurde in einer vorher getrockneten Flasche gesammelt. Die Aspiration wurde stets am nüchternen Magen zwischen 8 bis 10 Uhr Vormittags

vorgenommen. Die Versuchsperson nahm spätestens um 8 Uhr Abends entweder Weinsuppe oder saure Milch zu sich. Niemals sind beim Versuche Speisereste im Magen vorgefunden worden.

a) Versuche mit Anwendung der Formeln

$$x = \frac{100P - p_2 M}{p_2 - p_1} \text{ und } x = 100\left(\frac{P - p_2}{p_2 - p_1}\right).$$

Versuch 1. Es wurde eine Stunde nach der Einführung von 500 ccm einer Lösung von schwefelsaurem Natron oder Magnesia in den Magen aus letzterem, soweit es möglich war, die Flüssigkeit aspirirt und in der 80,5 ccm betragenden aspirirten Magenflüssigkeit für 100 ccm derselben der Chlorgehalt mittels Zehntelsilbernormallösung nach Mohr mit 28,5 ccm $= p_1$ gefunden (10 ccm der auf das Doppelte verdünnten Magenflüssigkeit bedurften nach der Filtration 1,4 ccm und andere 25 ccm des Filtrates 3,6 ccm Silberlösung). Nachdem auch nach mehrmaliger Verschiebung der Magensonde keine Flüssigkeit mehr aspirirt werden konnte. wurden 100 ccm einer Kochsalzlösung, welche 175,5 ccm Zehntelsilbernormallösung $= P$ bedurften (für 10 ccm wurden 17,55 ccm Silberlösung verbraucht), durch dieselbe Schlundsonde in den Magen hineingegossen, die Sonde mit einer Gasentwickelungsflasche in Verbindung gebracht und durch Eingiessen von Wasser in die Flasche 250 ccm Luft langsam in die Magenflüssigkeit behufs der Vermischung der Flüssigkeiten hineingetrieben, hierauf noch die Sonde mehrmals hinauf- und herabgezogen und umgedreht und nach diesen etwa 2 Minuten dauernden Manipulationen die Magenflüssigkeit, so lange es anging, aspirirt. In der 111 ccm betragenden und auf das Doppelte mit destillirtem Wasser verdünnten und filtrirten Magenflüssigkeit wurden für 100 ccm derselben 133,2 ccm $= p_2$ Zehntelsilbernormallösung gefunden (2 Bestimmungen in je 20 ccm Filtrats ergaben 13,30 und 13,35 ccm Silberlösung).

Die gefundenen Werthe in die obige Formel eingeführt geben: $x = 100 \frac{175{,}5 - 133{,}2}{133{,}2 - 28{,}5} = 40{,}04$ ccm restirender Flüssigkeit, welche mit der Magensonde nicht heraufgeholt werden konnten.

Die Quantität der Flüssigkeit im Magen zur Zeit der Aspiration betrug also: $80{,}5 + 40{,}0 = 120{,}5$ ccm.

Versuch 2. Die Versuchsperson trank 500 ccm destillirtes Wasser von 10,5° C. Nach ¼ Stunde konnten 236 ccm Flüssigkeit aus dem Magen aspirirt werden, welche für 100 ccm 23,5 ccm Zehntelsilbernormallösung $= p_1$ entsprachen (2 Bestimmungen in je 10 ccm filtrirter Flüssigkeit verbrauchten 4,70 und 4,75 ccm Silberlösung). Nachdem 100 ccm einer Kochsalzlösung entsprechend 174 ccm Zehntelsilbernormallösung $= P$ eingeführt worden waren, wurden 104 ccm Flüssigkeit aspirirt, welche für 100 ccm 120 ccm Zehntelsilbernormallösung bedurften (2 Versuche in je 10 ccm der auf das doppelte Volumen verdünnten und filtrirten Flüssigkeit ergaben 6,05 und 6,00 ccm Silberlösung). Diese Werthe geben:

$$x = 100\left(\frac{170 - 120}{120 - 23,5}\right) = 51,8^{\text{ccm}}.$$

Somit beträgt die Menge des gesammten Inhalts im Magen:

$$236,0 + 51,8 = 287,8^{\text{ccm}}.$$

b) Versuche mit Anwendung der Formeln

$$x = 100\frac{P}{p_2} - M \text{ und } x = 100\left(\frac{P}{p_2} - 1\right).$$

Versuch 3. Zum Zwecke der Bestimmung der Quantität der Flüssigkeit im nüchternen Magen des Versuchsindividuums wurden, soweit es anging, auf erwähnte Weise 23,5 ccm trüblich schleimiger Flüssigkeit aspirirt, hierauf 100 ccm einer Lösung von Na_2SO_4, welche 0,878 $BaSO_4 = P$ entsprach (10 ccm = 0,0878 $BaSO_4$), durch die Schlundsonde eingeführt und die Vermischung derselben mit dem Mageninhalte auf die erwähnte Weise zu Stande gebracht, wonach 76 ccm Mageninhalt aspirirt werden konnten, in welchem für 100 ccm 0,3904 $BaSO_4 = p_2$ gefunden wurden (25 ccm der auf die Hälfte verdünnten und filtrirten Flüssigkeit ergaben 0,0488 $BaSO_4$). Daraus berechnet sich nach den obigen Formeln:

$$x = 100\left(\frac{0,8780}{0,3904} - 1\right) = 124,6^{\text{ccm}};$$

woraus die gesammte Flüssigkeitsmenge im Magen

$$23,5 + 124,6 = 148,1^{\text{ccm}} \text{ beträgt.}$$

Versuch 4. Nachdem ¼ Stunde vorher 500 ccm filtrirten Kissinger Rakoczy-Flaschenwassers von 50° C. von der Versuchsperson

getrunken worden, konnten noch 180 ccm weisslich trüber Flüssigkeit aus dem Magen aspirirt werden; hierauf wurden durch die Schlundsonde 100 ccm einer mit HCl angesäuerten aus Eisendraht bereiteten $FeCl_2$-Lösung, entsprechend 0,554 $Fe_2O_3 = P$ (2 Bestimmungen in je 10 ccm mit HNO_3 gekocht, neutralisirt und mit Natriumacetat gefällt gaben 0,0556 und 0,0553 Fe_2O_3) hineingegossen; nach üblicher Art gegen 2 Minuten gemischt, konnten nur 45 ccm einer stark schleimigen gelblichen Flüssigkeit aspirirt werden; für 100 ccm dieser Flüssigkeit wurden 0,3485 $Fe_2O_3 = p_2$ gefunden (40 ccm der nicht filtrirten Magenflüssigkeit mit HNO_3 mehrmals aufgekocht, im Wasserbade mit Na_2CO_3 abgedampft, geglüht, in HCl aufgenommen und die neutralisirte Lösung mit Natriumacetat gefällt, ergaben 0,1394 Fe_2O_3). Es ist also:

$$x = 100\left(\frac{0{,}554}{0{,}3485} - 1\right) = 59^{\text{ccm}};$$

und die im Magen vorgefundene gesammte Flüssigkeit

$$180 + 59 = 239^{\text{ccm}}.$$

c) Versuche mit Anwendung der Formeln

$$x = \frac{p_2 M}{p_1 - p_2} \text{ und } x = 100 \frac{p_2}{p_1 - p_2}.$$

Versuch 5. Nachdem die Versuchsperson 30 Minuten zuvor 500 ccm einer Lösung von frisch aus Eisendraht bereitetem $FeCl_2$ von 40° C. getrunken hatte, wurden 510 ccm einer trüblich schleimigen Flüssigkeit aspirirt; 100 ccm dieser filtrirten Flüssigkeit, auf dieselbe Weise wie im Versuch 4 behandelt, gaben 0,0488 $Fe_2O_3 = p_1$. Hierauf wurden zur Bestimmung der restirenden Magenflüssigkeit 100 ccm destillirten Wassers eingeführt und wie gewöhnlich die Mischung durch Gasblasen und Umrühren der Sonde bewerkstelligt und dann 124 ccm dicklich schleimiger Flüssigkeit aspirirt, in welcher für 100 ccm 0,0171 $Fe_2O_3 = p_2$ gefunden wurde, indem 90 ccm des Filtrates 0,0154 Fe_2O_3 gaben. Hieraus ergibt sich:

$$x = 100 \frac{0{,}0171}{0{,}0488 - 0{,}0171} = 53{,}9^{\text{ccm}};$$

woraus für die gesammte Magenflüssigkeit zur Zeit der Aspiration

$$510 + 53{,}9 = 563{,}9^{\text{ccm}}$$

sich ergeben.

Versuch 6. Nachdem eine Stunde zuvor die Versuchsperson 400 ccm einer Lösung von $MgCl_2$ getrunken hatte, wurden 118 ccm einer weisslich trüben schleimigen Flüssigkeit heraufgeholt und für 100 ccm dieser Flüssigkeit 0,4576 $Mg_2P_2O_7 = p_1$ ermittelt (50 ccm der auf das Doppelte verdünnten und filtrirten Flüssigkeit gaben 0,1144 $Mg_2P_2O_7$). Nach Einführung von 100 ccm destillirten Wassers durch die Schlundsonde konnten 116 ccm aspirirt werden, welche für 100 ccm 0,0832 $Mg_2P_2O_7 = p_2$ entsprachen (25 ccm der auf das Doppelte verdünnten und filtrirten Flüssigkeit gaben 0,0104 $Mg_2P_2O_7$). Woraus sich berechnet:

$$x = 100 \frac{0{,}0832}{0{,}4576 - 0{,}0832} = 22{,}2^{\text{ccm}}.$$

Es ist somit im Magen 118 + 22,2 = 130,2 ccm Flüssigkeit vorhanden.

B. Versuche mit combinirter Bestimmung und Berechnung.

Um eine Beruhigung über die Richtigkeit der gewonnenen Resultate zu haben, habe ich eine Reihe von Versuchen angestellt, in welchen sowohl in der aus der ersten Aspiration erhaltenen Magenflüssigkeit der Procentgehalt an einer in derselben gelösten Substanz und zwar an Chloriden bestimmt wurde, als auch eine Clfreie Lösung von bekanntem Salzgehalte eingeführt wurde. Auf diese Weise konnten sowohl aus dem Cl-Gehalte, als auch aus dem Salzgehalte der zum zweiten Male aspirirten Flüssigkeit, die Flüssigkeitsmenge im Magen durch zwei verschiedene Formeln bestimmt werden. Stimmen die beiden gefundenen Resultate überein, so muss man schliessen, dass die Gestaltung des Magens und die Consistenz der Magenflüssigkeit ein inniges Vermischen der Flüssigkeiten zuliessen. Das letztere wurde in dieser Versuchsreihe insofern von dem in obigen Versuchen angewendeten verschieden angestellt, indem die Luft mit dem Munde in die Schlundsonde während etwa 2 Minuten stossweise hineingeblasen wurde.

Versuch 7. Bei einer Bestimmung der Flüssigkeitsmenge im nüchternen Magen konnten 31 ccm weisslich trüber, schleimiger Flüssigkeit mit der Magensonde herausbefördert werden; für 100 ccm dieser Flüssigkeit wurden 80 ccm Zehntelsilbernormallösung = p_1

gefunden (10 ccm dieser auf das Vierfache verdünnten und filtrirten Flüssigkeit hatten 2,0 ccm Silberlösung nöthig). Hierauf wurde eine Lösung von 100 ccm Cl freiem Na_2SO_4, entsprechend 1,749 $BaSO_4$ (10 ccm gaben 0,1749 $BaSO_4$), eingeführt, in erwähnter Weise gemischt und hierauf 107 ccm Flüssigkeit aspirirt, welche für 100 ccm 1,159 $BaSO_4$ und 26 ccm Zehntelnormalsilberlösung $= p_2$ ergaben (20 ccm der auf das Doppelte verdünnten und filtrirten Flüssigkeit gaben 0,1159 $BaSO_4$ und 2 Bestimmungen von je 10 ccm des Filtrats 1,30 ccm Silberlösung). Da die Lösung des schwefelsauren Natrons in Bezug auf die Chloride der Magenflüssigkeit sich wie destillirtes Wasser verhält, so ist mit Anwendung der Formel III

$$x = 100 \frac{26}{80 - 26} = 49{,}6^{\text{ccm}}.$$

Und aus den Werthen für Na_2SO_4 ergibt sich nach der Formel II

$$x = 100 \left(\frac{1{,}749}{1{,}159} - 1\right) = 50{,}9^{\text{ccm}}.$$

Die Differenz $50{,}9 - 49{,}6 = 1{,}3^{\text{ccm}}$.

Die beiden gefundenen Resultate zeigen deutlich, dass die eingeführte Glaubersalzlösung durch Einblasen von Luft ziemlich gleichmässig mit der Magenflüssigkeit vermischt werden kann und die Differenz mehr als analytischer Bestimmungsfehler zu betrachten ist, zumal wenn man bedenkt, dass die Analysen unter so ungünstigen Verhältnissen, wie sie die Gegenwart von verschiedenartigen organischen Körpern bietet, ausgeführt werden. Wohl muss man auch annehmen, dass der Salzgehalt der eingeführten Lösung in unmittelbarer Nähe der Sonde grösser sein wird, als in weiterer Entfernung und umgekehrt dass der Gehalt an Chloriden am geringsten an der Sonde und am grössten an der Peripherie der Flüssigkeit sein wird. Es lässt sich aber daraus ein der Wirklichkeit angenähertes Resultat erzielen, indem man den negativen Fehler des einen Resultates durch den ebenso grossen positiven Fehler des anderen Resultates mittels des arithmetischen Mittels beider Zahlen compensirt. Es wird somit der wahrscheinlichste wahre Werth für die in diesem Versuche restirende Magenflüssigkeit $\frac{49{,}6 + 50{,}9}{2} = 50{,}2^{\text{ccm}}$

sein. Im Magen sind also zur Zeit der Aspiration 31 + 50,2 = 81,2 ccm Inhalt vorgefunden worden.

Versuch 8. Aus dem nüchternen Magen konnten nur 24 ccm Füssigkeit aspirirt werden; der Cl-Gehalt für 100 ccm = 82,0 ccm Zehntelnormalsilberlösung = p_1 (2 Versuche von je 10 ccm auf das Vierfache verdünnter und filtrirter Magenflüssigkeit ergaben 2,05 und 2,10 ccm Silberlösung); eingeführt 100 ccm $MgSO_4$, entsprechend 3,904 $BaSO_4$ = P (10 ccm ergaben 0,3904 $BaSO_4$). Hierauf wurden 51 ccm Magenflüssigkeit aspirirt, welche für 100 ccm 54,5 ccm Zehntelnormalsilberlösung nöthig hatten und 1,2944 $BaSO_4$ = p_2 enthielten (in 2 Bestimmungen für je 10 ccm der auf das Doppelte verdünnten und filtrirten Flüssigkeit wurden 2,70 und 2,75 ccm Silberlösung und für 25 ccm desselben Filtrats 0,1618 $BaSO_4$ gefunden). Es ergibt sich somit aus dem Cl-Gehalt:

$$x = 100 \frac{54,5}{82 - 54,5} = 198,2^{\text{ccm}}$$

und aus dem Na_2SO_4-Gehalte:

$$x = 100 \left(\frac{3,904}{1,2944} - 1 \right) = 201,6^{\text{ccm}}.$$

Die Differenz von 201,6 — 198,2 = 3,4 ccm oder 1,7%. Die wirkliche Quantität der restirenden Flüssigkeit $\frac{201,6 + 198,2}{2} = 199,9^{\text{ccm}}$, woraus sich für die Menge des Inhaltes zur Zeit der Magenausspülung 24 + 199,9 = 223,9 ccm ergibt.

Versuch 9. Zur Ermittelung des Mageninhaltes mit Zuhilfenahme von dessen Acidität wurden aus dem nüchternen Magen 40 ccm saurer Flüssigkeit aspirirt, welche für 100 ccm 14,0 ccm Zehntelnormalnatronlauge nöthig hatte (15 ccm der auf das dreifache Volumen verdünnten und filtrirten Magenflüssigkeit verbrauchten 0,7 ccm Zehntelnormallauge). Nachdem 100 ccm einer angesäuerten Na_2SO_4-Lösung, entsprechend 1,750 $BaSO_4$ und 1,75 Zehntelnormallauge = P (2 Analysen von je 10 ccm Na_2SO_4-Lösung ergaben 0,1764 und 0,1749 $BaSO_4$), eingeführt worden, wurden 91 ccm Flüssigkeit aspirirt, welche für 100 ccm 0,140 $BaSO_4$ = p_2 und 4,0 ccm Zehntelnormallauge = p_1 entsprachen (in 2 Analysen für je 20 ccm der auf das Doppelte verdünnten und filtrirten Magenflüssigkeit wurden 0,1414 und 0,1394

$BaSO_4$, sowie 0,4 ccm Natronlauge gefunden). Aus den erhaltenen Werthen für Na_2SO_4 berechnet sich nach der Formel II:

$$x = 100\left(\frac{1,75}{1,40} - 1\right) = 25^{\text{ccm}};$$

und aus der Acidität nach der Formel I:

$$x = 100\left(\frac{1,75 - 4}{4 - 14}\right) = 22,5^{\text{ccm}}.$$

$$\text{Mittelwerth } \frac{25 + 22,5}{2} = 23,7^{\text{ccm}}.$$

Und der Gesammtinhalt des nüchternen Magens $23,7 + 40 = 63,7^{\text{ccm}}$.

Versuch 10. Die Versuchsperson trank 500 ccm Karlsbader Mühlbrunnenflaschenwasser von 50° C. Eine Viertelstunde darauf konnten 80 ccm Flüssigkeit aspirirt werden, welche für 100 ccm 0,310 $BaSO_4 = p_1$ ergab. (2 Analysen von je 20 ccm der auf das Doppelte Volumen verdünnten und filtrirten Flüssigkeit ergaben 0,0309 und 0,0314 $BaSO_4$.) — Nach Einführung einer Lösung von 200 ccm $FeCl_2$, welche 0,690 $Fe_2O_3 = P$ entsprachen (für 100 ccm $FeCl_2$-Lösung 0,0345 Fe_2O_3), wurden 234 ccm Flüssigkeit aspirirt und für 100 ccm 0,2728 Fe_2O_3 und 0,0620 $BaSO_4 = p_2$ gefunden. (50 ccm der nicht filtrirten Flüssigkeit, mit $HCl + KClO_3$ mehrmals gekocht, mit Na_2CO_3 abgedampft und geglüht, in HCl aufgenommen und die neutralisirte Lösung mit Natriumacetat gefällt, gaben 0,1364 Fe_2O_3 und andere 20 ccm derselben aber filtrirten Flüssigkeit gaben 0,0124 $BaSO_4$.)

Mit diesen Werthen berechnet sich der Mageninhalt nach Formel IIIa:

$$x = 200 \frac{0,062}{0,310 - 0,062} = 50^{\text{ccm}}$$

und aus der Fe_2O_3-Bestimmung nach Formel IIa:

$$x = 100 \frac{0,6900}{0,2728} - 200 = 52,8^{\text{ccm}}.$$

$$\text{Die Differenz } 52,8 - 50 = 2,8.$$

$$\text{Der Mittelwerth } \frac{52,8 + 50}{2} = 51,4^{\text{ccm}}.$$

Die Totalmenge des Mageninhaltes $80 + 51,4 = 131,4^{\text{ccm}}$.

Versuch 11. Nachdem die Versuchsperson 500 ccm Kissinger Rakoczy-Flaschenwasser von 10,5° C. eingenommen hatte, konnten eine Viertelstunde hernach noch 220 ccm Magenflüssigkeit aspirirt werden, welche für 100 ccm 96,0 ccm Zehntelnormalsilberlösung $= p_1$ entsprach (2 Versuche von je 10 ccm filtrirter Flüssigkeit verbrauchten je 9,6 ccm Silberlösung).

Hierauf wurden 100 ccm einer Lösung von Cl freier Phosphorsäure, entsprechend 1,282 $Mg_2P_2O_7$ $= P$, eingeführt (20 ccm H_3PO_4-Lösung gaben 0,2564 $Mg_2P_2O_7$), dann 123 ccm Magenflüssigkeit aspirirt und darin für 100 ccm 0,912 $Mg_2P_2O_7$ und 29,0 ccm Zehntelnormalsilberlösung $= p_2$ gefunden (20 ccm filtrirter Flüssigkeit gaben 0,1824 $Mg_2P_2O_7$, und 10 ccm neutralisirten Filtrats bedurften in zwei Bestimmungen 2,90 Ag-Lösung).

Es berechnet sich somit aus der $Mg_2P_2O_7$ mit Berücksichtigung des ammoniakalischen Waschwassers nach der Formel II:

$$x = 100\left(\frac{1,320}{0,942} - 1\right) = 40,1^{\text{ccm}},$$

und aus der verbrauchten Ag-Lösung nach der Formel III:

$$x = 100\,\frac{29}{96 - 29} = 43,2^{\text{ccm}},$$

$$\text{Differenz } 43,2 - 40,1 = 3,1^{\text{ccm}},$$

$$\text{der Mittelwerth } \frac{43,2 + 40,1}{2} = 41,7^{\text{ccm}}.$$

Somit die gesammte nach einer Viertelstunde noch vorhandene Menge von Flüssigkeit:

$$220 + 41,7 = 261,7^{\text{ccm}}.$$

C. Versuche zur Prüfung der Richtigkeit und Genauigkeit der Methode.

Um den Grad der Genauigkeit dieser Bestimmungsart bei möglichst günstigen Verhältnissen zu prüfen und zugleich die Richtigkeit des Verfahrens experimentell zu demonstriren, wurde eine Reihe von Versuchen ausserhalb des Magens angestellt, indem statt der Magenflüssigkeit destillirtes Wasser und statt des Magens ein Kochkolben von ½ Liter Inhalt genommen wurde, im Uebrigen in der früher beschriebenen Weise und mit denselben Apparaten vor-

gegangen wurde. Als Bestimmungsflüssigkeit diente eine titrirte Kochsalzlösung, welche für 100 ccm genau 124 ccm Zehntelnormalsilberlösung $= P$ bedurfte.

Versuch 12 und 13. 50 ccm einer NaCl-Lösung, von welcher 100 ccm 42 ccm Zehntelnormalsilberlösung $= p_1$ entsprachen, wurden durch eine mit destillirtem Wasser angefeuchtete Schlundsonde in den Kolben eingegossen und gleich darauf 100 ccm Bestimmungslösung, entsprechend 124 ccm Silberlösung $= P$, durch die Sonde umgerührt und Luft mit dem Munde während 2 Minuten eingeblasen, hierauf die Flüssigkeit aus dem Kolben aspirirt und für 100 ccm 96 ccm Ag-Lösung $= p_2$ gefunden (10 ccm Lösung bedurften 9,6 Ag-Lösung).

Ein zweiter Versuch mit denselben Flüssigkeiten und auf dieselbe Art angeordnet, ergab auch für 10 ccm aspirirter Flüssigkeit 9,6 ccm Ag-Lösung. Es berechnet sich nach der Formel I:

$$x = 100 \frac{124 - 96}{96 - 42} = 50{,}9^{\text{ccm}} \text{ Flüssigkeit im Kolben.}$$

Der Versuchsfehler ist somit 50,9 — 50 = 0,9 oder 1,8%.

Versuch 14 und 15. Im Kolben 50 ccm destillirtes Wasser; durch die angefeuchtete Schlundsonde eingeführt 100 ccm obiger Bestimmungsflüssigkeit; die aspirirte Flüssigkeit bedarf 82,5 ccm Ag-Lösung pro 100. Ein zweiter in ganz derselben Weise angestellter Versuch ergab für die aspirirte Lösung auch 82,5 ccm Ag-Lösung $= p_3$, somit ist nach der Formel II:

$$x = 100\left(\frac{124}{82{,}5} - 1\right) = 50{,}3^{\text{ccm}} \text{ statt } 50, \text{ der Fehler beträgt } 0{,}6\,\%.$$

Versuch 16 und 17. In den Kolben wurden durch die angefeuchtete Schlundsonde 100 ccm NaCl-Lösung, entsprechend 124 ccm Zehntelnormalsilberlösung $= p_1$, gebracht und hierauf durch dieselbe Schlundsonde 100 ccm destillirtes Wasser eingeführt und gemischt; die aspirirte Lösung ergab für 100 ccm genau 62 ccm Zehntelnormalsilberlösung $= p_2$. Ein zweiter Versuch mit denselben Lösungen und in derselben Weise angestellt, ergab für 100 ccm aspirirter Flüssigkeit auch 62 ccm Ag-Lösung. Somit ist nach Formel III:

$$x = 100 \frac{62}{124 - 62} = 100^{\text{ccm}}.$$

Der Versuchsfehler ist gleich 0 %; somit die Bestimmung nach der Formel III die genaueste.

Ich komme nun im Folgenden auf die bei diesen Versuchen sich darbietenden Schwierigkeiten zu sprechen. Als Bestimmungssubstanz wurden in mehreren Versuchen, in der Voraussetzung schärfere Resultate zu gewinnen, angesäuerte Lösungen von frisch bereitetem $FeCl_2$ angewendet. Doch wider Erwarten stellten sich hierbei Schwierigkeiten dar, indem das Salz den Magen stark zur Secretion reizt und bei stark alkalischem Mageninhalte basisches Eisensalz niedergeschlagen wird und die Bestimmung selbst in Folge der Anwesenheit organischer Substanzen weder durch Titriren noch durch die Fällungsanalyse unmittelbar zu erreichen ist; man muss die Magenflüssigkeit wiederholt mit Königswasser oder $HCl + KClO_3$ erwärmen, mit Na_2CO_3 im Ueberschuss abdampfen und darnach noch ausglühen (die eine Behandlungsart reicht für sich allein nicht, um alles Eisen als $H_6Fe_2O_6$ fällen zu können), den Rückstand in HCl aufnehmen und fällen. In Anbetracht dieser zeitraubenden Manipulationen, die bei Anwesenheit von Ca- und Mg-Verbindungen in der Magenflüssigkeit sich noch steigern, ist die Anwendung der Fe-Salze als Bestimmungsflüssigkeit nicht zu empfehlen.

Die Anwendung von H_3PO_4 als Bestimmungsflüssigkeit gibt zwar gute Resultate, ist aber wegen längerer Dauer der Analyse und Berücksichtigung des Waschwassers nicht besonders zu empfehlen und bei Versuchen am nicht nüchternen Magen wegen Anwesenheit phosphorsaurer Salze gar nicht anzuwenden. Dasselbe gilt auch von den Mg-Salzen ($MgCl_2$).

Die Acidität des Magensaftes, falls dieselbe stark ist, kann in vielen Fällen, wenn man eine Zehntelnormallauge vorräthig hat, mit Vortheil angewendet werden. Die Magenflüssigkeit muss aber zuvor mit Wasser verdünnt, filtrirt und farblos sein. Ist das Filtrat gefärbt und die Acidität nur gering, so bekommt man sehr ungenaue Resultate.

Chlor als Bestimmungssubstanz in Form von NaCl mittels einer stark verdünnten neutralen $AgNO_3$-Lösung (am besten Zehntelnormallösung) titrimetrisch gefällt, führt am schnellsten zum Ziele. Es ist dabei zunächst die Frage zu entscheiden, ob man das Cl mit einer

Ag-Lösung im Magensaft unmittelbar titriren darf. Verdünnt man die Magenflüssigkeit etwa auf das vierfache Volumen, schüttelt wiederholt stark, filtrirt die Lösung und titrirt das neutralisirte Filtrat nach Mohr mit einer Ag-Lösung, so erhält man Resultate, welche nur um ein sehr Geringes und fast in den Grenzen der Versuchsfehler von den Bestimmungen differiren, die man erhält, wenn man vorher das Filtrat mit Cl freiem Na_2CO_3 abdampft, bis Dunkelglühhitze erhitzt und den Rückstand auf ein Filter ausspült und auswäscht. Die Versuchsfehler der Cl-Bestimmung sind im letzteren Falle etwas grösser, da man bei Verkohlung des Rückstandes stets einen geringen Verlust an NaCl zu erwarten hat. Beim unmittelbaren Titriren der Magenflüssigkeit auf Cl darf man nicht bis zum Auftreten der dunkelrothen Färbung warten, sondern man muss sogleich inne halten, wenn ein Tropfen Ag-Lösung der gelblich gewordenen Flüssigkeit einen Stich ins Orange gibt, was durch Uebung leicht zu treffen ist. Ist die Magenflüssigkeit eiweisshaltig (mit Essigsäure und $FeCy_6K_4$ eine Trübung), was bei nüchternem Magen äusserst selten ist, so fällt die Titrirung derselben sehr ungenau aus, und es muss zur Verkohlung geschritten werden.

Als Beleg für die Genauigkeit der unmittelbaren Cl-Bestimmung im Magensaft dienen folgende Versuche:

a) Bei einem Versuche mit Chloriden im Magen wurden je 10^{ccm} des filtrirten, aber nicht verdünnten Mageninhaltes mit Zehntelnormalsilberlösung titrirt. Die unmittelbare Titrirung ergab: 14,80 und $14{,}75^{ccm}$ Ag-Lösung. •

Nach dem Abdampfen von 20^{ccm} desselben Filtrats im Wasserbade mit NaHO und Ausglühen bedurften 10^{ccm} der Lösung, $14{,}7^{ccm}$ Ag-Lösung. Wurde aber das Abdampfen und Verkohlen ohne NaHO vorgenommen, so verbrauchte man für 10^{ccm} der Lösung von derselben Verdünnung nur $10{,}7^{ccm}$ Ag-Lösung, es waren also flüchtige Chloride in der Flüssigkeit anwesend.

b) Für eine andere filtrirte Magenflüssigkeit wurden für 10^{ccm} $4{,}1^{ccm}$ Ag-Lösung verbraucht, nach Abdampfen mit Cl freiem Na_2CO_3 und Verkohlen bedurften 10^{ccm} der Lösung von derselben Verdünnung $4{,}02^{ccm}$ Ag-Lösung.

c) In einer anderen filtrirten Magenflüssigkeit wurden bei unmittelbarer Bestimmung für 10^{ccm} $0{,}7^{ccm}$ Ag-Lösung verbraucht; nach dem Abdampfen und Ausglühen mit Cl freiem NaHO für 10^{ccm} entsprechender Lösung auch 0,7 Ag-Lösung.

d) In einem anderen Falle ergab die Magenflüssigkeit unmittelbar titrirt für 10^{ccm} $3{,}1^{ccm}$ Ag-Lösung, nach Abdampfen mit Cl freiem Na_2CO_3 und Verkohlung für 10^{ccm} entsprechender Lösung $3{,}0^{ccm}$ Ag-Lösung.

e) Als aber die Cl-Bestimmung mittels Ag-Lösung in einem Magensaft ausgeführt wurde, in welchem gekochtes Hühnereiweiss verdaut worden war, war das Resultat folgendes: 10^{ccm} filtrirter Magensaft nach 10 stündigem Verdauungsversuche unmittelbar titrirt, bedurften $2{,}05^{ccm}$ Ag-Lösung, nach Abdampfen mit Cl freiem $NaCO_3$ und Verkohlen dagegen ergab dieselbe Menge Lösung $2{,}25^{ccm}$ Ag-Lösung, also grösseren Cl-Gehalt, was davon herrührt, dass AgCl sich in der eiweisshaltigen Flüssigkeit auflöst und die Titergrenze nicht scharf zu erkennen ist. Die titrirte Lösung gab sowohl mit HNO_3 als auch mit $FeCy_6K_4$ starke Trübungen. Dieselbe Erfahrung habe ich noch in drei anderen Verdauungsversuchen gemacht, in welchen die Peptonreaction mit $CuSO_4$ schön auftrat.

Die Anwendung löslicher schwefelsaurer Salze, besonders von Glaubersalz und Bittersalz, führt zwar nicht so rasch zum Ziele, wie die Cl-Bestimmung, gibt aber die schärfsten Resultate. Das Fällen von SO_3 wird in der filtrirten Magenflüssigkeit unmittelbar vorgenommen. Die Resultate der unmittelbaren Fällung von SO_3 im Magensaft, stimmen jedoch nicht überein mit den aus dem verkohlten Rückstande gefundenen, wie folgende analytische Belege lehren:

a) 10^{ccm} filtrirten Mageninhaltes unmittelbar mit $BaCl_2$ gefällt, gaben . . . . 0,540 $BaSO_4$
Nach Abdampfen mit H_2SO_4 freier NaHO und Verkohlung gab dieselbe Menge Lösung . . 0,546 „
Differenz 0,006 $BaSO_4$

b) 10^{ccm} filtrirten Mageninhalts gaben in einem anderen Versuche bei unmittelbarer Fällung . . . . 0,109 $BaSO_4$
Nach Abdampfen mit NaHO und Verkohlen aber 0,115 „
Differenz 0,006 $BaSO_4$

Der Ueberschuss an SO_3 im verkohlten Rückstande kommt wohl daher, dass die vorhandenen S haltigen organischen Substanzen ihren Schwefel zu SO_3 oxydiren. Bei der Bestimmung von SO_3 im Mageninhalte muss man somit denselben verdünnen, schnell filtriren und im frischen Zustande mit HCl versetzt aufkochen (sonst bekommt man leicht suspendirte organische Theilchen in der Flüssigkeit, die sich nicht absetzen und erst nach mehrmaligem Filtriren ein helles Filtrat geben) und mit $BaCl_2$ fällen. Was die Manipulationen selbst anbelangt, so muss das den Mageninhalt aufnehmende Aspirationsgefäss trocken sein, die Sonde vor dem Einführen mit destillirtem Wasser angefeuchtet werden, das Vermischen nach dem Hineinbringen der Bestimmungsflüssigkeit in den Magen durch mehrmaliges Auf- und Abziehen der Sonde, sowie durch Einblasen von Luft mit dem Munde sorgfältig geschehen. Der aspirirte Mageninhalt muss möglichst schnell verarbeitet werden, nachdem er vorher auf das zwei- bis vierfache Volumen mit destillirtem Wasser verdünnt und stark geschüttelt filtrirt worden ist. Den obigen Betrachtungen zufolge ergibt sich das Verfahren zur Ausmittelung der Quantität des Mageninhaltes am zweckentsprechendsten in folgender Weise: Eine mit destillirtem Wasser benetzte Sonde wird eingeführt und, so weit es angeht, der Inhalt aspirirt; hierauf werden 100^{ccm} destillirtes Wasser durch die Schlundsonde eingeführt und auf die erwähnte Weise vermischt und der Mageninhalt nach Möglichkeit aspirirt. Sowohl in der ersten als in der zweiten auf das zwei- bis vierfache Volumen verdünnten und filtrirten Magenflüssigkeit ermittelt man die nöthige Menge Cubikcentimeter stark verdünnter z. B. Zehntel normaler neutraler $AgNO_3$-Lösung (p_1 und p_2) auf 100^{ccm} Magenflüssigkeit bezogen, setzt die erhaltenen Werthe in die Formel $x = 100 \frac{p_2}{p_1 - p_2}$ und addirt die zum ersten Male aspirirten Cubikcentimeter Magenflüssigkeit hinzu. Ist der Mageninhalt eiweisshaltig, so muss das Filtrat mit Na_2CO_3 in einer Platinschale abgedampft, verkohlt, in Wasser aufgenommen, und dann mit Ag-Lösung titrirt werden.

Handelt es sich um möglichste Genauigkeit der Resultate, so mache man eine combinirte Bestimmung mit neutraler, Cl freier, genau bestimmter Na_2SO_4-Lösung. Man verfahre wie oben angegeben

und bestimme in der ersten aspirirten Flüssigkeit die verbrauchten Cubikcentimeter Ag-Lösung p_1 auf 100 ccm bezogen, hierauf giesse man 100 ccm Na_2SO_4-Lösung vom Gehalte P ein, aspirire wieder und bestimme in der nöthigenfalls verdünnten und filtrirten Flüssigkeit sowohl $BaSO_4$ als die nöthigen Cubikcentimeter Ag-Lösung $= p_2$ auf 100 ccm ursprünglicher Flüssigkeit bezogen, setze die gefundenen Werthe der Ag-Lösung in die Formel $x = 100 \frac{p_2}{p_1 - p_2}$ und die des $BaSO_4$ in die Formel $x = 100 \left(\frac{P}{p_2} - 1\right)$, nehme das arithmetische Mittel beider gefundenen Werthe als den wahren Werth und addire die Cubikcentimeter der zum ersten Male aspirirten Flüssigkeit, so gibt die Summe die Quantität des flüssigen Inhaltes im Magen zur Zeit der Aspiration, wenn man die Secretion und Resorption des Magens während eines Zeitraumes von 2 bis 3 Minuten unberücksichtigt lässt.

Um sich ein Urtheil zu bilden, in wie weit die blosse Aspiration des Mageninhaltes mittels der Sonde einen Schluss auf ein Zu- oder Abnehmen der Flüssigkeit im Magen, z. B. während der Behandlung einer Magenkrankheit, ziehen lässt, seien aus den obigen Versuchen zwei Reihen von Zahlen zusammengestellt, wovon die erste die Flüssigkeitsmenge in Cubikcentimeter bedeutet, welche bei gleichbleibendem Verfahren und gleichen Apparaten an demselben Versuchsindividuum aus dem Magen nicht aspirirt werden konnten, somit zurückblieben; die zweite Reihe die aspirirten Cubikcentimeter der Magenflüssigkeit angibt, nachdem zu den ersteren noch 100 ccm Bestimmungsflüssigkeit in den Magen hineingebracht worden waren:

Cubikcentimeter der im Magen restirenden Flüssigkeit

40 51,8 124,6 59 53,9 22,2 50,2 199,9 23,7 41,7

Cubikcentimeter, welche nach Einführung von 100 ccm aspirirt wurden

111 104 76 45 124 116 107 51 91 123.

Es ergibt sich somit, dass dieselbe Magensonde bei einzelnen Versuchen sehr variable Mengen von Flüssigkeit im Magen zurücklässt, welche in diesen Versuchen innerhalb der Grenzen 22 bis 199 ccm schwanken, was auch aus der zweiten Reihe von Zahlen ersichtlich ist, aus welcher man eher erwarten sollte, dass nach Einführung von 100 ccm Flüssigkeit in den Magen, aus welchem nichts mehr aspirirt werden konnte, weniger als 100 ccm oder wenigstens ebenso-

viel Flüssigkeit aspirirt werde. Das Constatiren der Ab- oder Zunahme der Flüssigkeit im Magen durch blosse Aspiration hat also einen zweifelhaften Werth. Ich erkläre die Nichtconstanz der Aspirationsresultate aus dem Umstande, dass die weiche Schlundsonde am Fundus des Magens eine Umbiegung erleidet und dadurch ihre Fenster über dem Niveau der Flüssigkeit sich befinden, denn das Hinaufziehen der Sonde während der Aspiration befördert die Entleerung [1]).

1) Nachdem diese Versuche zusammengestellt worden waren, fand ich in dieser Zeitschrift Bd. 16 S. 505 in der Abhandlung „Ueber Magenresorption" zwei von H. Tappeiner ausgeführte Versuche, bei welchen einem Hunde durch eine Fistel eine Traubenzuckerlösung eingespritzt und dann zur Ermittelung der Gesammtmenge des Traubenzuckers im Magen folgendes Verfahren eingeschlagen wurde. „Am Ende des Versuches wurde eine genau gemessene Lösung von schwefelsaurem Natron mit bekanntem Gehalt eingespritzt und das Thier dreimal je 5 Minuten lang tüchtig durchgeschüttelt, um eine völlige Mischung der SO_4Na_2-Lösung mit der am Anfange des Versuches eingebrachten Zuckerlösung zu erzielen. Nach jeder Schüttelung wurde eine gemessene Menge von Flüssigkeit aus der Fistel abgelassen und in diesen drei Proben sodann der Gehalt an Zucker und SO_4Na_2 bestimmt. Daraus konnte dann die Gesammtmenge des noch im Magen vorhandenen Traubenzuckers berechnet werden. . . . . . Es wurden zwei derartige Versuche angestellt." — Da im Folgenden vom Verfasser nur die Endresultate angegeben sind und die Ausführung und Berechnung nicht näher erörtert wird, so ist nicht bestimmt zu ersehen, inwieweit die von mir angegebene Methode mit dem von H. Tappeiner in diesen zwei Versuchen an einem Fistelhunde angewandten Verfahren Uebereinstimmung hat, doch bin ich geneigt anzunehmen, dass die leitenden Ideen in beiden Fällen einander verwandt sind.

Die Kohlensäure in der Grundluft.

Von

Dr. G. E. Bentzen,

Secretär der Sanitätsverwaltung in Christiania.

Namentlich durch die Untersuchungen Pettenkofer's über die Aetiologie des Abdominaltyphus und der Cholera und den gefundenen Zusammenhang zwischen diesen Krankheiten und dem wechselnden Stande des Grundwassers ist, wie bekannt, die wesentliche Bedeutung des Bodens und der Grundluft für das Auftreten und die Ausbreitung mehrerer epidemischer Krankheiten allgemein anerkannt worden.

Man nimmt an, dass die Imprägnirung des Bodens mit organischer Substanz, und die grössere oder kleinere Permeabilität desselben für Luft und Wasser, Bedingungen für die Entwickelung dieser Krankheiten liefern. Da Substanzen aus dem Boden in der Regel nur durch die Luft oder das Wasser zu uns gelangen können, so liegt es nahe, beide Medien auf ihre Beziehungen zu Bodenkrankheiten zu untersuchen. Da nach den Erfahrungen und Untersuchungen Pettenkofer's und seiner Schüler der Genuss von Wasser (Trinkwasser) aus dem Boden keinen Zusammenhang mit diesen Krankheiten erkennen lässt, so richtet sich das Augenmerk nun auf die Luft in und aus dem Boden. Die Untersuchungen der Boden- oder Grundluft können in zwei Richtungen erfolgen. Man kann die gasförmigen Bestandtheile derselben untersuchen, oder die in ihr enthaltenen Staubtheile. Vorerst haben sich die Untersuchungen wesentlich auf die ersteren beschränkt, und ist namentlich der oft sehr beträchtliche Kohlensäuregehalt derselben aufgefallen. Boussingault und Lewy [1]) hatten schon längst

1) Jahresbericht der Chemie (1852) S. 783.

darauf aufmerksam gemacht, dass die Luft in der Ackererde weit reicher an Kohlensäure als die atmosphärische Luft ist, — und hoffte man, aus der Menge der Kohlensäure einen Schluss auf den Grad der Bodenverunreinigung durch der Fäulniss und Verwesung fähige Substanzen machen zu können. Die Kohlensäure ist nämlich eines der constanten Producte bei dem Zerfall und der Oxydation der organischen Stoffe, sie ist leicht nachzuweisen und quantitativ nach der von Pettenkofer angegebenen Methode zu bestimmen. Als wesentliche Vermittler bei der Zersetzung der organischen Substanzen spielen aller Wahrscheinlichkeit nach die Spaltpilze eine Rolle. Eine Analogie zwischen diesen und den genannten Krankheitskeimen, welche auch als Spaltpilze aufgefasst werden, liegt ziemlich nahe. Eine fortgesetzte Untersuchung der Grundluft, besonders des Kohlensäuregehaltes derselben, könnte, sollte man denken, in Bezug auf die verschiedene Disposition der verschiedenen Orte und zu verschiedenen Zeiten einzelnen epidemisch auftretenden Krankheiten gegenüber werthvolle Winke geben.

Veranlasst durch Pettenkofer suchte ich in einem Brunnen des hygienischen Institutes die Kohlensäure in verschiedenen Tiefen des Schachtes und in verschiedenen Entfernungen davon im Boden festzustellen, bin aber dabei zu Resultaten gelangt, welche der Annahme, dass die stellenweise gefundene Kohlensäuremenge zu einem brauchbaren Schlusse auf die Kohlensäure erzeugenden Processe des Bodens in einem Umfange, wie ihn etwa die Grundfläche eines Wohnhauses einnimmt, nicht brauchbar sind.

Ehe ich meine Resultate mittheile, sei mir gestattet, einen Ueberblick über die bisherigen Grundluftuntersuchungen zu geben.

Im Laufe mehrerer Jahre hat Pettenkofer[1]) in einem Schachte, den er in einer Tiefe von 4^{m} hatte ausgraben und nachher mit dem ausgegrabenen Boden wieder zuwerfen lassen, den Kohlensäuregehalt in verschiedenen Tiefen bestimmt. Das Erdreich bestand aus Kiesboden, wie er sich in München ziemlich gleichmässig ver-

---

1) Sitzungsberichte der k. b. Akademie zu München Bd. 2 (1870) S. 394; Kohlensäuregehalt der Grundluft im Geröllboden von München (Ztschr. f. Biologie Bd. 7 S. 395 und Bd. 9 S. 250); Referat im Aerztl. Intelligenzblatt Bd. 19, 10. Literarische Beilage S. 39.

theilt findet. Der Kohlensäuregehalt der Grundluft war immer weit grösser als der der atmosphärischen Luft, nahm in der Regel mit der Tiefe zu, und war grösser in den Sommer- als in den Wintermonaten.

Die von Fleck[1]) in Dresden auf den beiden Elbeufern vorgenommenen Untersuchungen gingen wesentlich nach derselben Richtung wie die von Pettenkofer in München. Auf dem rechten Ufer war der Versuchsschacht in an organischer Substanz armem feinkörnigen Sand, bei einer Entfernung des Grundwassers von 18^m unter der Oberfläche, gelegt; auf dem linken in stark verunreinigtem Kies, mit einem Grundwasserstande von 7^m unter der Oberfläche. Auf dem rechten Ufer war der Kohlensäuregehalt in den untersuchten Tiefen von 6, 4 und 2^m weit geringer als in den entsprechenden Tiefen auf dem linken Ufer. Im Sommer war derselbe an beiden Stellen grösser als im Winter. Während aber auf dem linken Ufer der Kohlensäuregehalt als Regel mit der Tiefe zunahm, war das umgekehrte der Fall auf dem rechten. Als Fleck zu gleicher Zeit nachwies, dass die Sauerstoffmenge im Boden beinahe in demselben Verhältnisse abnahm wie die Kohlensäure zunahm, glaubte er jene Unregelmässigkeit der Kohlensäurevertheilung, ausser durch die verschiedene Vertheilung der organischen Substanz, vorzüglich durch den verschiedenen Einfluss, den der verschiedene Abstand des Grundwasserspiegels auf dem rechten und linken Ufer auf den Luftwechsel und deswegen auf die Kohlensäureanhäufung haben musste, erklären zu können. Sich stützend auf gleichzeitige Versuche über die Zersetzung von Leichen, und die dabei entwickelten Gase, und auf Untersuchungen über die verschiedene Dichtigkeit und Permeabilität mehrerer Erdarten für Luft und Wasser, präcisirte Fleck, dass die Kohlensäuremenge zwar von der Imprägnirung des Bodens mit organischer Substanz abhängig sei, dass aber auch die Permeabilität des Bodens eine wesentliche Rolle spielen müsse in Bezug auf die Intensität in der Zersetzung der organischen Stoffe und auf die Gasdiffusion und den Luftwechsel. Während Fleck weniger Gewicht auf den Einfluss der Temperatur auf den grösseren oder kleineren Kohlensäuregehalt legt, zeigt er, dass die

1) 2., 3. u. 4. Jahresbericht der chemischen Centralstelle f. öffentl. Gesundheitspflege zu Dresden S. 3. 15. 35.

Niederschlagsmenge bedeutende Schwankungen in demselben hervorrufen kann, weil der niedergehende Regen oder das Schneewasser zum Theil die im Boden vorhanden gewesene Kohlensäure absorbirt, zum Theil, wenn die Permeabilität des Bodens klein ist, die Kohlensäureproduction durch Verstopfung der Poren aufhebt. Wegen dieser complicirten Verhältnisse hält Fleck den Werth der Kohlensäurebestimmungen in der Grundluft illusorisch.

Ohne den Boden aufzugraben, liess Fodor [1]) an vier verschiedenen Stellen in Klausenburg Eisenrohre in verschiedene Tiefen einschlagen. Der Kohlensäuregehalt war an allen Stellen verschieden, mit einzelnen wenigen Ausnahmen nahm derselbe mit der Tiefe zu, trotzdem dass die Verunreinigung mit organischen Substanzen, die Fodor durch Analysen der Erde in der Nähe der Untersuchungsstelle nachwies, abnahm. Die Menge der organischen Substanzen aus den vier verschiedenen Stellen stand auch nicht im Verhältnisse zu dem gefundenen Kohlensäuregehalt; die mit organischen Substanzen am meisten verunreinigte Stelle enthielt sogar am wenigsten Kohlensäure, weshalb Fodor schliesst, dass die Kohlensäuremenge in erster Reihe von der Permeabilität des Bodens abhängig ist. Obwohl er fand, dass die Schwankungen im Kohlensäuregehalte in deutlichem Verhältnisse zu den verschiedenen Jahreszeiten stehen, nimmt er doch an, dass die Temperatur und die Feuchtigkeit des Bodens von unwesentlicher Bedeutung ist. Indem er es als unwahrscheinlich bezeichnet, dass in gleichen Tiefen ganz nahe an einander Luftmischungen von bedeutend verschiedenem Kohlensäuregehalte existiren können, erklärt er die sowohl in Klausenburg als in München selbst in 4^{m} Tiefe binnen kurzen Intervallen gefundenen bedeutenden Schwankungen in der Kohlensäuremenge als die Folge der abwechselnd auf- und niedergerichteten Bewegung der Grundluft, indem bald das Sinken und Steigen des Luftdruckes, bald die saugende oder drückende Wirkung des Windes sich geltend machen. Es ist Fodor gelungen, eine directe Ausströmung von Kohlensäure aus der Oberfläche des Bodens, besonders Nachts hervortretend, nachzuweisen.

---

1) Experimentelle Untersuchungen über Boden und Bodengase; Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege (1875) S. 211.

Die Untersuchungen von Lewis und Cunningham[1]) in Calcutta, Nichols[1]) in Boston, Port[2]), Renk[3]) und Wolfhügel[4]) in München, in welcher Stadt auf Veranlassung von Pettenkofer Untersuchungsstationen an verschiedenen Stellen eingerichtet wurden, zeigen ähnliche Verhältnisse, wie sie Pettenkofer früher nachgewiesen hatte, als Regel eine Zunahme des Kohlensäuregehaltes im Sommer und eine Abnahme im Winter, und Zunahme gegen die Tiefe. In Calcutta zeigte jedoch die Kohlensäuremenge, namentlich in den obersten Schichten (3 Fuss tief), sich wesentlich abhängig von der Regenmenge, indem dort der Kohlensäuregehalt der Grundluft während der Regenzeit sein Maximum erreicht, und nach dem Aufhören des Regens nach und nach zu seinem Minimum zurückkehrt. In den untersten Schichten (6 Fuss tief) gerade über dem Grundwasser bedingt steigendes Grundwasser einen erhöhten, sinkendes einen verminderten Gehalt an Kohlensäure. An sämmtlichen in München untersuchten Stellen war die Kohlensäuremenge verschieden, und namentlich macht Port darauf aufmerksam, dass die ausgeführten Untersuchungen den Eindruck geben, dass der Kohlensäuregehalt der Grundluft ein brauchbares Maass für die Verunreinigung des Bodens sei.

Smolensky[5]) hat bei der Bestimmung der Kohlensäuremenge der Grundluft dasselbe Verfahren wie Fodor gebraucht. Eisenröhren wurden an verschiedenen Stellen in 2^{m} Tiefe eingetrieben. Die Untersuchungen sind in München angestellt. An nahe an einander liegenden Stellen mit ganz gleichem Aussehen und anscheinend gleicher Verunreinigung, fand derselbe doch verschiedene Kohlensäuremengen; an einer Stelle 0,6 pro mille, an einer anderen ca. 15^{m} davon entfernten 5,878 pro mille. An sichtbar stärker verunreinigten Stellen, auf dem Kirchhofe in der Nähe älterer und jüngerer Gräber war die Kohlensäuremenge weit grösser, weshalb

1) Referat von Dr. Renk; Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege (1876) S. 691.

2) Aerztl. Intelligenzbl. (1875) Nr. 22 S. 81.

3) Annalen d. städt. allgem. Krankenhäuser zu München Bd. 1 (1878). Untersuchung der Grundluft im Krankenhause München l. d. Isar.

4) Ztschr. f. Biologie Bd. 15 (1879) S. 99.

5) Ztschr. f. Biologie Bd. 13 (1877) S. 383.

auch er annimmt, dass die Verunreinigung des Bodens, gleiche Bodenart vorausgesetzt, durch den Kohlensäuregehalt der Grundluft zum Ausdruck gelangt, während es nach seiner Ansicht sehr zweifelhaft ist, ob die Permeabilität des Bodens die grosse von Fleck und Fodor derselben zugeschriebene Bedeutung habe.

Wegen dieser einander widersprechenden Anschauungen über die Bedeutung der Kohlensäurebestimmungen für die Beurtheilung verschiedener wichtiger Verhältnisse in unserem Untergrunde, ist es von Wichtigkeit, die in den letzten Jahren von den Agriculturphysikern experimentell studirten Bedingungen für die Beförderung oder Hemmung der Kohlensäureproduction in der Erde zu berücksichtigen.

J. Moeller[1]) hat constatirt, dass reine mineralische ausgeglühte Erde nicht viel reicher an Kohlensäure als die Atmosphäre ist, und Wollny[2]) hat, ähnlich wie Schlösing und Müntz[3]), für die Nitrification die Bedeutung von der vitalen Wirksamkeit der niedrigen Organismen für die Kohlensäureproduction nachgewiesen. Wird die Erde mit Chloroform, welches die geformten Fermente, die ungeformten aber nicht, zerstört, übergossen, dann tritt die Kohlensäureproduction in ausserordentlichem Grade zurück. Bei den Versuchen Wollny's konnte die Kohlensäureentwicklung des Bodens jedoch nicht ganz zum Stillstande gebracht werden. Beim Wiederholen der Experimente Moeller's, und zwar auf eine exactere Weise wies Wollny[4]), indem er so viel wie möglich jeden einzelnen von den bei der Kohlensäureproduction mitwirkenden Factoren isolirte, namentlich die Bedeutung der Menge von organischer Substanz, der Temperatur und des Wassergehaltes in der Erde nach.

Quarzsand wurde mit verschiedenen Quantitäten Torf gemischt. Unter diesen Verhältnissen nahm im Allgemeinen, wenn alles

---

1) Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik Bd. 1 S. 162. Referirt von Wollny; vergleiche auch Aerztl. Intelligenzblatt Nr. 26 (1879) S. 298.

2) Die landwirthschaftl. Versuchsstationen (1880) S. 390.

3) Schlösing u. A. Müntz haben sogar das nitrificirende Ferment in der Form eines Sprosspilzes isolirt. Comptes rendus Bd. 89 (1879) S. 891. Referat in Wollny's Forschungen Bd. 3 S. 249.

4) Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik Bd. 4 S. 1.

übrige sonst gleich war, die Kohlensäureproduction mit der Torfmenge zu.

In einer Versuchsreihe wurde gefunden:

	Gramm	Gramm	Gramm
Torf	60	90	120
Quarzsand . . .	450	300	150
Wasser	125	125	125
Kohlensäure, Volum pro mille, Mittel	63,29	79,68	86,13

In einer anderen:

	Gramm	Gramm	Gramm
Torf	50	100	150
Quarzsand . . .	600	300	—
Wasser	125	125	125
Kohlensäure, Volum pro mille, Mittel	67,04	92,49	86,28

Hieraus geht eine Zunahme der Kohlensäureproduction mit der Menge organischer Substanz hervor, wenn auch die Production nicht in gleichem Verhältnisse steigt. Der ungemischte Torf gibt nicht die grösste Kohlensäuremenge. Wollny erklärt dieses Resultat durch die verschiedene Vertheilung des Wassers und der Torfpartikeln; je mehr Sand die Mischungen enthalten, desto grösser ist verhältnissmässig die von der Luft berührte Oberfläche.

Der Einfluss der Temperatur wurde ausser auf andere Weise auch dadurch bestimmt, dass kleine, runde, oben offene Gefässe von Weissblech mit einem Diameter von 15 cm und einer Höhe von 25 cm mit Erde gefüllt wurden. Mittels Wasserbades wurde die gewünschte Temperatur constant gehalten. Durch eine Rohrleitung, die 20 cm in die Erde eindrang, wurde die Luft ausgesaugt, und zeigte dieselbe im Mittel folgende Kohlensäuremengen.

	Composterde	Reiner Kalksand mit Torfpulver gemischt
— 10° C.	0,98 pro mille	1,21 pro mille
0	1,36 „ „	2,09 „ „
10	2,43 „ „	3,14 „ „
20	3,58 „ „	4,01 „ „
30	8,94 „ „	5,69 „ „

Aus diesen und ähnlichen bei höheren Temperaturen bis 50° C. angestellten Versuchen schliesst Wollny, dass die Kohlensäuremenge unter übrigens gleichen Verhältnissen im Allgemeinen mit der Temperatur steigt und fällt.

Der nächste Factor, welcher Bedeutung bei der Kohlensäureentwicklung in der Erde hat, ist auch von Moeller und Wollny klar gelegt worden. Moeller zeigte, dass Austrocknung der Erde die Kohlensäureproduction aufhebt, während Wasserzusatz dieselbe aufs Neue befördert. Wollny mischte seine Versuchserde sorgfältig mit verschiedenen Quantitäten Wasser. Die Resultate dieser Versuche, welche übrigens auf dieselbe Weise wie die vorhergehenden zum Zwecke der Bestimmung des Einflusses der Temperatur angestellt wurden, zeigen, dass der Kohlensäuregehalt und die Kohlensäureproduction unter sonst gleichen Verhältnissen so lange mit dem Wassergehalt zunehmen, als die Permeabilität der Erde nicht in dem Grade vermindert wird, dass die Zersetzung der organischen Stoffe wegen Sauerstoffmangels beeinträchtigt wird. Uebersteigt der Wassergehalt diese Grenze, so wird die Kohlensäureproduction dadurch gehemmt.

Als Beispiel möge hier einer jener Versuche, wobei jedoch bloss die mittleren Kohlensäuremengen angeführt sind, folgen.

Reiner Kalksand mit 1/4 Torfpulver gemischt.

Wassergehalt der Erde	2,91%	12,91%	22,91%	32,91%
Kohlensäuregehalt, Volum pro mille .	1,64	2,40	4,49	9,02

Wirken Temperatur und Feuchtigkeit vereint, so macht jeder dieser Factoren sich geltend, indem beide die gegenseitige Wirkung bald begünstigen, bald hemmen, und wird nach den mannigfach möglichen Combinationen das Resultat trotz der gleichen Menge organischer Substanz sehr verschieden. Als ein besonders illustrirendes Beispiel für die ausserordentliche Bedeutung dieser beiden Factoren dienen die von Wollny nach seinen Versuchen zusammengestellten zwei Tabellen, von welchen die erste umstehend folgt.

Datum	Wasser-gehalt des Bodens	Kohlensäuregehalt der Bodenluft, Volum pro mille				
		Bodentemperatur				
		10° C.	20° C.	30° C.	40° C.	50° C.
21. bis 23. Febr. Mittel . . .	6,79%	2,03	3,22	6,86	14,69	25,17
26. bis 28. Febr. Mittel . . .	26,79%	18,38	54,24	63,50	80,06	81,52
4. bis 6. März Mittel . . .	46,79%	35,07	61,49	82,12	91,86	97,48

Wassergehalt des Bodens .	46,8%	36,8%	26,8%	16,8%	6,8%
Bodentemperatur . . .	10° C.	20° C.	30° C.	40° C.	50° C.
Kohlensäuregehalt der Bodenluft, Volum pro mille, Mittel	33,18	61,27	73,23	66,83	14,42

Durch diese Untersuchungen von Wollny und Moeller ist es also experimentell genügend dargethan, dass sowohl die Temperatur als auch der Wassergehalt des Bodens einen zum mindesten ebenso grossen Einfluss auf die Kohlensäureproduction haben wie die grössere oder geringere Menge organischer Substanz; und dass die Kohlensäuremenge, nur insofern in einem Boden die Temperatur und die Feuchtigkeit sich gleich verhalten, ein directes Maass für die Kohlensäureproduction und die Verunreinigung des Bodens mit organischer Substanz liefern kann. Auch das könnte man bezweifeln. Soyka[1]) hat nämlich bei seinen Untersuchungen über die Nitrification im Boden gefunden, dass eine gewisse Verdünnung der organischen Substanzen im Boden weit mehr als eine grössere Concentration die Nitrification befördert. Man könnte sich deswegen denken, dass dasselbe auch für die Kohlensäureproduction gelten müsste, und darin einen Widerspruch zwischen den Versuchen Soyka's und Wollny's finden. Man muss sich jedoch erinnern, dass Soyka mit in Wasser gelösten organischen Substanzen (Harn) und Wollny mit in Wasser ungelösten (wesentlich Torf) arbeitete. Deshalb sind beide Versuchsreihen über Oxydation von Stickstoff und über die von Kohlenstoff, die jedenfalls von verschiedenen Bedingungen abhängen, nicht in jeder Beziehung mit einander vergleichbar. Eine weitere wichtige

1) Ueber den Einfluss des Bodens auf die Zersetzung organischer Substanzen; Ztschr. f. Biologie Bd. 14 (1878) S. 449.

Frage ist die, bis zu welchen Entfernungen von einer untersuchten Stelle aus man eine gleichgrosse Kohlensäuremenge und gleiche Intensität der im Boden vor sich gehenden Processe erwarten dürfe.

Wesentlich die Agriculturphysiker sind es, welche in der letzten Zeit experimentell nachwiesen, dass die Feuchtigkeit und die Temperatur eines Bodens von mannigfachen Einflüssen abhängig ist. Was die Feuchtigkeit des Bodens betrifft, beruht diese unter sonst gleichen Verhältnissen auf der verschiedenen Wassercapacität, dem capillaren Aufsaugungs- und Leitungsvermögen und der wasserhaltenden Kraft desselben. Nach Liebenberg [1]) ist der Unterschied in der Wassercapacität verschiedener Böden abhängig von der Feinheit der Bodenpartikel, von der ungleichmässigen Mischung verschiedener Korngrössen, und von der verschiedenen geometrischen Form der Körnchen. Thon- und humoser Boden hat deswegen z. B. die grösste Sättigungscapacität, Lehmboden eine etwas geringere, und Sandboden eine verhältnissmässig kleine. Ausser der chemischen Beschaffenheit der Bodenpartikel, indem z. B. Quarz das Wasser besser leitet als Kaolin, hat nach Klenze besonders die Feinheit derselben auch auf die capillare Leitungsfähigkeit den wesentlichsten Einfluss. Die Höhe, bis zu welcher das Wasser steigt, ist bis zu einem gewissen Grade desto grösser, je feinkörniger der Boden ist. Deshalb zeigen sich bei der Aufsaugung des Grundwassers in verschiedenen Bodenarten die grössten Unterschiede. Während Orth [2]) in grobem Kies und Grand keine merkbar grössere Steigungshöhe als 40 bis 50^{mm} wahrnehmen konnte, war dieselbe in anderen Böden beinahe 2^{m}. Ausserdem kommt hinzu, dass wechselnde Schichten von verschiedener Korngrösse einen bedeutenden Einfluss auf die Leitung des Wassers haben. Das Aufsteigen des Wassers geschieht leicht von Sand zu Lehm; liegt dagegen Sand auf Lehm, so wird der Sand nur ganz schwach befeuchtet, weshalb eine selbst unbedeutende Sandschicht das Aufsteigen des Grundwassers in höher liegende Schichten ver-

1) Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik Bd. 1 S. 3.

2) Amtlicher Bericht der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte vom 17. bis 22. Sept. 1877 S. 348.

hindern kann; die kleinen Capillarräume saugen das Wasser aus den grösseren auf, aber nicht umgekehrt (Liebenberg).

Dem Niederschlagswasser gegenüber machen sich ähnliche Verhältnisse geltend. Das niedergehende Wasser wird viel länger in einem feinkörnigen Boden als in einem wesentlich grobkörnigen aufgehalten, und verschiedene Wassermengen sind deshalb nöthig, um zwei verschieden feine Bodenarten bis in gleiche Tiefe zu durchfeuchten (Liebenberg). Ausserdem hat die Oberfläche des Bodens, ob sie eben oder uneben ist, die Dichtigkeit oder Lockerheit, die Bepflanzung oder Kahlheit derselben einen leicht erklärlichen Einfluss auf die Quantität Wasser, welche während des Regens in den Boden hinuntersickert.

Auch das Vermögen des Bodens Wasser zurückzuhalten und vor Verdunstung zu schützen, ist äusserst wechselnd, und beruht auf manchen Factoren. So haben Johnson[1]), Wollny[2]) und mehrere Andere nachgewiesen, dass ein dichter fester Boden, wo die feinen Capillaren immer das Wasser nach der Oberfläche des Bodens bringen, in trockenem Wetter viel mehr Wasser verliert als ein lockerer Boden. Eine reiche Vegetation vermehrt auch den Verlust des im Boden enthaltenen Wassers in einem bedeutenden Grade. Auch deswegen können also die Bodenschichten, bei gleicher Benetzung von oben, unter verschieden gestalteten Oberflächen einen äusserst verschiedenen Wassergehalt zeigen.

Was die Temperatur des Bodens betrifft, so muss diese zuerst von der Feuchtigkeit des Bodens abhängig sein, weil die Feuchtigkeit für einen wesentlichen Theil die Wärmecapacität und das Wärmeleitungsvermögen bestimmt. Wenn die specifische Wärme des Wassers, berechnet nach dem Gewicht, als Einheit angenommen wird, ist die Wärmecapacität der verschiedenen Erdarten kaum höher als 0,5, die meisten mineralischen Bestandtheile haben bloss eine Wärmecapacität von 0,2 bis 0,3. Sodann hat auch die verschiedene Feuchtigkeit der Bodenoberfläche einen grossen Einfluss auf die Temperatur des Bodens, in Folge der durch die Verdunstung

1) Johnson, Studies on the Relation of Soils to Water. Referat in Wollny's Forschungen Bd. 1 S. 413.

2) Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik Bd. 3 S. 325.

gebundenen grösseren oder geringeren Wärmemenge. Abgesehen von der Feuchtigkeit und den dadurch bedingten Veränderungen besitzen die verschiedenen Bodenarten, wie Haberlandt[1]), Lang[2]),Wollny[3]), Pott[4]) und mehrere Andere nachgewiesen haben, eine nach der Farbe, der grösseren oder kleineren Korngrösse und dem dadurch mehr oder weniger verschiedenen Grade der Dichtigkeit, so verschiedene Wärmeleitungsfähigkeit, ein so ungleiches Absorptions- und Emissionsvermögen für die Wärmestrahlen, dass die Temperatur der Bodenoberfläche bis in 10 und 20^{cm} Tiefe in nicht unwesentlichem Grade deswegen influirt wird.

Dieses ungleiche Absorptions- und Emissionsvermögen tritt besonders hervor zwischen dem bepflanzten und kahlen Boden, und sein Resultat ist ein ziemlich bedeutender Temperaturunterschied. Der mit Vegetation bewachsene Boden ist im Sommer durchschnittlich kälter, im Winter wärmer, bemerkbar bis in $0,6^{m}$ Tiefe (Becquerel[5]).

Da es aus den Untersuchungen von Fleck, Fodor, Boussingault und Lewy hervorgeht, dass der Sauerstoff der Atmosphäre eine wesentliche Rolle bei der Kohlensäureproduction im Boden spielt, indem der Sauerstoff beinahe in gleichem Verhältnisse abnimmt wie die Kohlensäure zunimmt, ist es mehr als wahrscheinlich, dass die Kohlensäureproduction in einem Boden, der unter sonst gleichen Verhältnissen der atmosphärischen Luft leichteren Zugang gibt, viel reichlicher sein wird als in einem anderen, in welchem das Gegentheil der Fall ist.

Rosenthal[6]) konnte daher auch die Kohlensäuremenge im Boden durch lebhafte Ventilation vermehren. Welch grosser Unterschied zwischen den einzelnen Böden in dieser Beziehung nach der Form und Grösse der Bodenkörnchen, nach dem Feuchtigkeitsgrade und der Temperatur des Bodens gegeben ist, haben die Unter-

---

1) Ueber die Wärmeleitung im Boden (Wissenschaftl.-prakt. Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues Bd. 1 u. 11).

2) Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik Bd. 1 S. 379.

3) Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik Bd. 1 S. 43.

4) Die landwirthschaftl. Versuchsstationen Bd. 20 (1877) S. 273.

5) Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik. Referat von Wollny Bd. 11 S. 55 u. 163, Bd. 3 S. 159, Bd. 4 S. 366.

6) Amtl. Bericht d. 50 Versammlung deutscher Naturforscher u. Aerzte S. 346.

suchungen Renk's[1]), Ammon's[2]) und Anderer über die Permeabilität verschiedener Bodenarten für Luft nachgewiesen.

Zu den mannigfachen Bedingungen für die Kohlensäureproduction im Boden gesellt sich noch der verschiedene Verlust der Grundluft an Kohlensäure nach den Umgebungen — nach dem Grund- und Niederschlagswasser, dem Boden und der Atmosphäre hin. Die Absorption, die Diffusion und der Luftwechsel, er sei bedingt durch die Strömung, das Steigen oder Sinken des Grundwassers, durch die Schwankungen der Temperatur und des Luftdruckes, oder durch den Wind, sind ebenfalls in erster Linie abhängig von der Grösse, Form, Dichtigkeit der Bodenpartikeln, von der Feuchtigkeit des Bodens und der damit verbundenen verschiedenen Permeabilität für Luft und Wasser.

Alle diese einzelnen Factoren für die Kohlensäureproduction und den Kohlensäureverlust können einander gegenseitig auf das mannigfachste unterstützen oder hemmen, so dass das Resultat, die gefundene Kohlensäuremenge der Grundluft, augenscheinlich in verschiedenen Böden immer wechseln, und bald ein Ausdruck für diese, bald für jene in verschiedener Richtung wirkenden, im concreten Falle sehr schwierig zu zerlegenden Kräfte sein muss. Wenn nun Wollny[3]) durch seine experimentellen Versuche gefunden hat, dass der Kohlensäuregehalt der Bodenluft im Allgemeinen mit der Feinheit der Bodenpartikeln, mit der Dichtigkeit des Bodens zunimmt, und dass die von lebenden Pflanzen beschattete Ackererde während der wärmeren Jahreszeit einen bedeutend geringeren Kohlensäuregehalt als die brachliegende enthält, worauf auch Ebermayer[4]) nach einigen Untersuchungen im freien Felde aufmerksam gemacht hat, während des Winters umgekehrt, so hat dies für uns ein wesentliches Interesse als Zeugniss dafür, wie ein einzelner Factor in den verschiedensten Richtungen die anderen stört.

---

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 205.

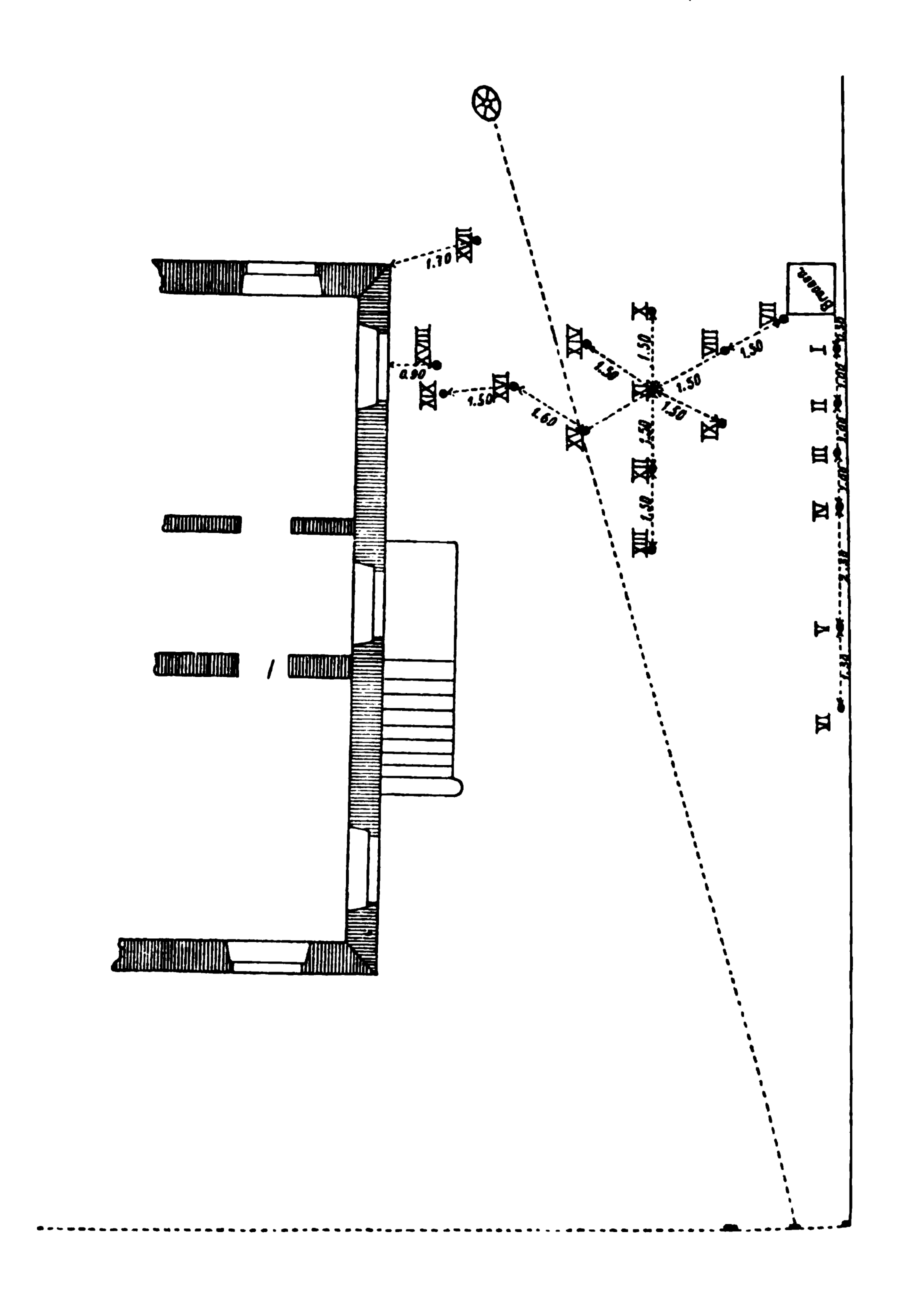
2) Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik Bd. 3 S. 209.

3) Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik Bd. 4 S. 1 und Bd. 3 S. 1.

4) Amtl. Bericht d. 50. Versammlung deutscher Naturforscher u. Aerzte S. 218.

Selbst im freien Felde innerhalb enger Grenzen gestalten sich gewiss oft die physikalischen und chemischen Verhältnisse trotz scheinbarer Gleichheit an einer Stelle anders als an einer anderen. Noch viel mehr muss dies in einer Stadt der Fall sein, wo die Beschaffenheit der Oberfläche so verschieden ist, je nachdem sie von Gebäuden bedeckt oder nicht bedeckt, auf verschiedene Weise gepflastert, macadamisirt, als Garten angelegt ist u. s. w., wo Regen, Licht und Schatten und dadurch auch die Wärme so wechselnd vertheilt sind[1]), wo der Wind je nach der Richtung an einer Stelle saugend, an einer anderen comprimirend wirkt, und wo die Gebäude selbst nach den verschiedenen Umständen eine verschiedene Diffusion bedingen. Das immer stattfindende Aufgraben und Zuschütten zu den verschiedensten Zwecken, Abbrechen von Gebäuden, Strassenregulirungen, das Netzwerk der Siele, selbst die Art, auf welche der städtische Boden in vielen Städten gebildet worden ist, müssen eine höchst unregelmässige, bunte Vertheilung der verunreinigenden organischen Substanzen und einen unendlichen Wechsel der oben erwähnten physikalischen und chemischen Verhältnisse, welche auf den Kohlensäuregehalt der Grundluft influiren, bedingen. Man muss daher auch erwarten, dass der Kohlensäuregehalt aus verschiedenen Ursachen, insofern diese nicht zufälligerweise trotz des Unterschiedes das gleiche Resultat hervorbringen, selbst an nahe an einander liegenden und scheinbar gleichartigen Stellen sehr verschieden ist. Und in der That ist es auch oft der Fall. Schon Smolensky hat, wie früher erwähnt, auf dieses Verhältniss aufmerksam gemacht. An einer Stelle fand er z. B. 0,6 Volumpromille Kohlensäure, an einer anderen ca. 15^m davon entfernten 5,878, und in den drei Ecken eines Dreieckes mit ca. 4^m langen Seiten bei gleichzeitiger Untersuchung 47,85 bis 62,572 und 44,382 pro mille Kohlensäure.

1) Nach Fleck war die mittlere Bodentemperatur für das Jahr 1873 in 2^m Tiefe an dem frei der Sonne ausgesetzten linken Elbeufer 11,39° C., an dem beschatteten rechten 9,99° C. Auch Fodor fand noch in 2^m Tiefe ziemlich bedeutende Unterschiede zwischen dem den Sonnenstrahlen ausgesetzten Boden und dem beschatteten.



Noch innerhalb kürzerer Abstände und unter scheinbar vollständig gleichartigen Verhältnissen zeigen die von mir angestellten Untersuchungen bisweilen sehr bedeutende Unterschiede in dem Kohlensäuregehalte der Grundluft.

Die Versuche wurden auf folgende Weise angestellt. Im Hofe des hygienischen Institutes wurden an den auf der beigefügten Zeichnung notirten Punkten Eisenrohre in $\frac{1}{2}$, 1 und 2^{m} Tiefe, gewöhnlich 1 und $1\frac{1}{2}^{m}$ von einander getrennt in den Boden hineingetrieben. Sowohl vor als nach den Versuchen wurden die Eisenrohre untersucht, ob sie Risse oder Sprünge bekommen hätten, und ob sie vollkommen dicht seien. Vor jedem Versuche wurde die Luft im Rohre ausgesaugt, so dass ich ganz sicher war, dass es mit Grundluft gefüllt sei, und durch eine Kautschukleitung, deren Dichtigkeit ich auch jedesmal untersuchte, wurde das Rohr mit dem gewöhnlichen Pettenkofer'schen Barytrohre mit Aspirator für die Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Grundluft in Verbindung gesetzt. Die bei jedem Versuche in der Zeit von $1\frac{1}{2}$ bis 3 Stunden aspirirte Luftmenge variirte zwischen 3 und 4 Liter. Der Barometerstand und die Temperatur der Atmosphäre wurden am Anfang und Ende jedes Versuches abgelesen, und das aspirirte Luftvolum reducirt auf 0^{0} C. und 760^{mm} Barometerstand, wonach die durch Titriren mit Oxalsäure (Rosolsäure als Indicator) gefundene Kohlensäuremenge berechnet ist.

Beistehende Tabelle zeigt die gefundenen Kohlensäuremengen in $\frac{1}{2}^{m}$ Tiefe, die römischen Zahlen in dieser und jeder der nachfolgenden Tabellen entsprechen den auf der Zeichnung angeführten und geben die Stelle der Untersuchung an.

Der Kohlensäuregehalt in ½ m Tiefe.

Der Tag des Versuches	Die Stelle desselben	Der Kohlensäuregehalt Volum pro mille	Mittlere Luftmenge während des Versuches	Mittlerer Barometerstand während desselben
15. Nov. Nachmittags .	XI	38,41	10,3	722,1
16. „ „ .	XI	36,739	5,9	721,9
17. Nov. Vormittags . .	XV	17,894	6,7	719,1
17. „ „ .	XV	18,581	10,4	717,8
17. „ „ .	XIV	24,658	6,7	719,1
18. Nov. Nachmittags .	XVI	11,720	4,7	720,0
18. „ „ .	XIX	20,798	4,7	720,0
19. Nov. Vormittags . .	XII	26,544	3,3	727,5
19. „ „ .	XIII	5,462	3,3	727,5
19. Nov. Nachmittags .	IX	14,428	3,3	727,5
19. „ „ .	X	37,889	3,3	727,5

Da die Untersuchungen zu einer Jahreszeit, die erfahrungsgemäss einen schnellen Zurückgang der Kohlensäuremenge mit sich bringt, besonders wegen der bedeutend sinkenden Luft- und Bodentemperatur, die in den obersten Schichten hervortritt, angestellt wurden, muss der Vergleich zwischen an verschiedenen Tagen angestellten Versuchen natürlich mit grosser Reservation gezogen werden.

Indessen zeigen doch in obenstehender Tabelle mehrere an demselben Tage und zu gleicher Zeit angestellte Versuche an nur 1½ m von einander entfernten Stellen einen sehr bedeutenden Unterschied im Kohlensäuregehalte, und namentlich ist dies hervortretend in den vier Versuchen, welche am 19. November im Laufe von 5 Stunden unter gleicher Lufttemperatur und gleichem Barometerstand gemacht wurden.

In Untersuchungen, die ich an mehreren derselben Stellen etwa eine Woche später vornahm, die Eisenrohre waren mittlerweile zugepfropft, zeigt sich ein ähnliches Verhältniss. Das Heruntersinken der Kohlensäuremenge, das im Allgemeinen ziemlich bedeutend ist, äussert sich auch sehr verschieden.

Der Kohlensäuregehalt in ½ᵐ Tiefe.

Tag des Versuches	Stelle desselben	Kohlensäuregehalt Volum pro mille	Differenz* gegen früher	Mittlere Lufttemperatur während des Versuches	Mittlerer Barometerstand während desselben
23. Nov. Vormittags . .	IX	4,601	— 9,827	9,9	720,4
24. Nov. Nachmittags .	XIII {	2,340	— 3,122	9,8	724,2
25. Nov. Vormittags . .		1,589	— 3,873	1,3	723,9
25. " " .	XI	27,265	—11,145	4,8	722,5
26. " " .	XVII {	3,185	—	1,3	718,7
26. " " .		3,178	—	5,1	718,5
26. " Nachmittags .	XV	14,694	— 3,887	6,1	718,6
26. " " .	XIV	19,313	— 5,345	6,1	718,6
26. " " .	XVI	10,615	— 1,105	6,1	718,6

* Es muss bemerkt werden, was auch leicht zu sehen ist, dass die Pause zwischen den einzelnen Untersuchungen nicht ganz gleich ist, dadurch aber wird in der That der Unterschied nicht vermindert.

In 1ᵐ Tiefe wiederholt sich die Unregelmässigkeit in der Vertheilung der Kohlensäure. Stellen mit geringen Kohlensäuremengen wechseln mit solchen mit ziemlich bedeutendem Kohlensäuregehalte ab und sogar in einem Abstand von nur wenigen Schritten.

Der Kohlensäuregehalt in 1ᵐ Tiefe.

Tag des Versuches	Stelle desselben	Kohlensäuregehalt Volum pro mille	Mittlere Lufttemperatur während des Versuches	Mittlerer Barometerstand während desselben
2. Nov. Vormittags . .	I {	4,930	— 1,5	712,0
2. " Nachmittags .		5,139	— 1,8	711,7
2. " Vormittags . .	II {	4,484	— 1,5	712,0
2. " Nachmittags .		5,325	— 1,8	711,7
5. Nov. Nachmittags .	III	7,556	9,8	725,2
5. " " .	IV	9,742	10,3	725,2
9. Nov. Vormittags . .	V	3,800	5,9	723,4
9. " " .	VI	1,606	5,9	723,4
10. Nov. Nachmittags .	VII {	2,735	4,8	723,0
11. Nov. Nachmittags .		2,950	8,3	725,8
11. " " .	VIII	7,334	8,3	725,8
15. Nov. Vormittags . .	XI {	32,537	8,3	723,1
16. Nov. Nachmittags .		32,115	5,9	721,9
21. Nov. Nachmittags .	X	36,982	6,0	721,1

(Fortsetzung.)

Tag des Versuches	Stelle desselben	Kohlensäuregehalt Volum pro mille	Mittlere Lufttemperatur während des Versuches	Mittlerer Barometerstand während desselben
23. Nov. Vormittags . .	IX	5,999	7,5	721,0
23. „ „ .		5,887	9,7	721,0
23. „ Nachmittags .	XII	3,722	8,3	719,4
24. Nov. Nachmittags .	XIII	5,117	9,8	724,2
25. Nov. Vormittags . .		3,233	1,5	723,9
25. „ „ .	XI	18,637	4,8	722,5
26. Nov. Vormittags . .	XVII	3,032	1,3	718,7
26. „ „ .		4,365	5,1	718,5
28. Nov. Nachmittags .	XVIII	7,675	7,6	712,0

In 2 m Tiefe ist der Unterschied zwischen den an verschiedenen Stellen gefundenen Kohlensäuremengen geringer, jedoch noch bemerkbar. Das hygienische Institut befindet sich nämlich in einem Theile der Stadt, der früher nicht bebaut gewesen ist; man hat deswegen Ursache anzunehmen, dass, je tiefer man in den Boden hineinkommt, desto mehr die von der Natur gegebenen Verhältnisse sich unverändert, und auf etwas grössere Strecken gleichmässig vertheilt vorfinden. In früher bebautem und wiederholt aufgewühltem und zugeworfenem Boden werden gewiss auch in diesen Tiefen ebenso grosse Unterschiede sich darbieten, obwohl einzelne der die Kohlensäuremenge influirenden Factoren an Bedeutung mit der Tiefe des Bodens verlieren können.

Der Kohlensäuregehalt in 2 m Tiefe.

Tag des Versuches	Stelle desselben	Kohlensäuregehalt Volum pro mille	Mittlere Luftmenge während des Versuches	Mittlerer Barometerstand während desselben
3. Nov. Vormittags . .	I	1,295	— 0,8	719,0
4. Nov. Vormittags . .		1,397	6,6	724,3
4. „ Nachmittags .		1,154	7,4	724,5
3. „ Vormittags . .	II	2,177	— 0,8	719,0
4. „ „ .		2,397	6,6	724,3
4. „ Nachmittags .		2,648	7,4	724,5
7. Nov. Nachmittags .		3,577	13,2	722,7

(Fortsetzung.)

Tag des Versuches	Stelle desselben	Kohlensäuregehalt Volum pro mille	Mittlere Luftmenge während des Versuches	Mittlerer Barometerstand während desselben
7. Nov. Nachmittags .	III	5,564	10,2	722,6
8. Nov. Vormittags . .		5,969	7,6	721,0
7. „ Nachmittags .	IV	3,549	13,2	722,7
8. „ Vormittags . .	IV	3,456	7,6	721,0
9. Nov. Nachmittags .	V	3,609	5,6	722,9
9. „ „ .	VI	2,482	5,6	722,9
12. Nov. Vormittags . .	VII	0,519	5,7	723,9
12. „ „ .	VIII	2,945	5,7	723,9
12. „ „ .	XI	6,035	5,7	723,9
15. Nov. Vormittags . .		6,394	8,3	723,1
15. „ Nachmittags .		6,809	10,3	722,1
21. Nov. Nachmittags .	X	3,387	6,0	721,1
23. Nov. Vormittags . .	IX	3,717	7,5	721,0
23. „ „ .		3,654	9,7	721,0
23. „ Nachmittags .	XII	3,454	8,3	719,4
24. Nov. Nachmittags .	XIII	2,957	9,8	724,2
25. Nov. Vormittags . .		2,544	1,5	723,9
25. „ „ .	XI	1,492	4,8	722,5
29. Nov. Vormittags . .		2,191	4,1	717,1
26. Nov. Vormittags . .	XVII*	1,785	1,3	718,7
26. „ „ .		2,224	5,1	718,5
28. Nov. Nachmittags .	XVIII	0,692	6,6	712,0
29. Nov. Vormittags . .		0,614	4,1	717,1

* Das Eisenrohr konnte wegen bedeutenden Widerstandes nicht tiefer als $1^{1}/_{2}{}^{m}$ eingetrieben werden.

Wie aus den Tabellen hervorgeht, war der Kohlensäuregehalt in den obersten Schichten regelmässig grösser als in den unteren. Nach den früheren Untersuchungen ist dies im Sommer sehr häufig der Fall, wenn die oberen Bodenschichten eine grössere Wärme als die unteren haben. Selten jedoch haben Untersuchungsstationen dies als constante Regel dargeboten. Dass das bei den Untersuchungsstationen gewöhnlich gebrauchte Verfahren, Aufgraben und nachher Zuschütten des Untersuchungsschachtes etwas dazu beigetragen habe, ist nicht undenkbar. In dem hygienischen Institute besteht der Hof in dem untersuchten Theile aus einer oberen Kiesschicht, darunter

eine verschieden dicke Humusschicht, die hie und da mit Mauerbrocken und anderen Bauabfällen gemischt ist. Bei Gelegenheit einer Aufgrabung an einem anstossenden Grundstücke beobachtete ich ähnliche Verhältnisse, unter der oberen Humusschicht von ca. 40 cm Mächtigkeit folgte eine Schicht Kies und Sand von etwa derselben Dicke und danach wieder eine Schicht Humus. Die Beschaffenheit der noch tieferen Schichten kennen zu lernen, würde mit zu grossen Schwierigkeiten verbunden gewesen sein.

Der Unterschied im Kohlensäuregehalte zwischen ½, 1 und 2 m Tiefe an derselben Stelle war oft sehr bedeutend, was beistehende Zusammenstellung gleichzeitiger Untersuchungen illustrirt.

Tag des Versuches	15. Nov. Vorm. — Nachm.	25. Nov. Vorm.
Stelle desselben	XI	XI
Mittlere Lufttemperatur während des Versuches	10,3 — 8,3	4,8
Mittlerer Barometerstand während desselben	722,1 — 723,1	722,5
Kohlensäuregehalt ½ m	38,410	27,265
Kohlensäuregehalt 1 m	32,537	18,637
Kohlensäuregehalt 2 m	6,394	1,492

In einigen Fällen zeigte der Kohlensäuregehalt 1 m tief sich grösser als in ½ und 2 m Tiefe.

Tag des Versuches	23. Nov. Vorm.	24. Nov. Nachm.	25. Nov. Vorm.	26. Nov. Vorm.
Stelle desselben	IX	XIII	XIII	XVII
Mittlere Lufttemperatur während des Versuches	9,9 — 9,7	9,8	1,3	5,1
Mittlerer Barometerdruck während desselben	720,4 — 721	724,2	723,9	718,5
Kohlensäuregehalt ½ m	4,601	2,340	1,589	3,178
Kohlensäuregehalt 1 m	5,887	5,117	3,233	4,365
Kohlensäuregehalt 2 m	3,654	2,957	2,544	2,224

Es wurden auch dann und wann nicht unbedeutende Schwankungen in der Kohlensäuremenge in zwei beinahe gleich nach einander folgenden Untersuchungen gefunden, wie aus den Tabellen ersichtlich ist. Die Ursachen dieser Schwankungen, die zu gross

sind als dass sie der Methode zugeschrieben werden könnten, sind auf Rechnung der Schwankungen in den verschiedensten atmosphärischen Verhältnissen gesetzt worden. Obwohl man kaum bezweifeln darf, dass die Wetterverhältnisse an selbst nahe an einander liegenden Punkten unter Umständen mit verschiedener Intensität und in verschiedener Richtung einwirken können, so ist doch nach den oben angeführten Untersuchungen einleuchtend, dass die fortgesetzte Aussaugung der Grundluft leicht wechselnde Mischungen liefern könne, wenn die Kohlensäuremenge an nahe an einander liegenden Punkten stark differirt.

Wegen der grossen Differenzen an allen Stellen kann ich kein Gewicht darauf legen, dass der Kohlensäuregehalt am Rande des Brunnenschachtes (VII) 0,519 ‰, ½^{m} von demselben entfernt (I) 1,282 ‰ und 0,90^{m} von der Kellermauer des Institutes (XVIII) in 2^{m} Tiefe 0,653 ‰ sich besonders gering zeigte. Dass die Brunnenschachte sowohl als die Kellerräume und Siele die Kohlensäureproduction und den Verlust modificiren, kann man wohl annehmen. Eine aspirirende Wirkung wärmerer Kellerräume ist nachgewiesen, und bei einem Versuche mit Leuchtgas konnte ich mit Hilfe von Palladiumchlorür eine langsame horizontale und verticale Bewegung desselben durch den Boden und die Kellermauer beobachten. In der Brunnenluft selbst habe ich keinen grösseren Kohlensäuregehalt als in der freien Atmosphäre gefunden, obwohl der Brunnenschacht verhältnissmässig gut bedeckt war, ein nicht auffallendes Resultat, weil die Diffusion und Verdünnung, wenn die atmosphärische Luft leichteren Zutritt hat, mit bedeutender Geschwindigkeit vor sich geht[1]). Die Untersuchungen zeigten:

Tag des Versuches	Grundwasserstand in Metern	Temperatur des Brunnenwassers	Temperatur der Atmosphäre	Barometerstand	Kohlensäuregehalt Volum pro mille		
					4^{m} tief	1,65^{m} tief	die Atmosphäre
24. Oct. Vorm.	4,50	11,0	10,2	705,6	0,361	0,358	—
24. „ Nachm.	4,50	11,0	10,5	706,7	—	0,355	—
25. „ Vorm.	4,50	11,05	10,6	705,4	0,360	0,357	0,355
2 Nov. Nachm.	4,50	10,54	— 2,1	711,9	0,364	—	—

1) Vgl. v. Pettenkofer, Ueber ein Beispiel von rascher Verbreitung spec. leichterer Gasschichten in darunter liegenden spec. schwereren (Ztschr. f. Biologie Bd. 9 S. 245).

Das Brunnenwasser enthielt 187 mg Kohlensäure (in der Form von Kalk- und Magnesia-Bicarbonat) pro Liter.

In jenen Fällen, wo in Brunnenschachten ein grösserer Kohlensäuregehalt der Luft beobachtet wird, so dass z. B. hinabgelassene Lichter erlöschen, dass hinabsteigende Menschen durch Kohlensäure asphyktisch werden, muss demnach eine viel grössere Kohlensäureentwicklung in der Umgebung des Brunnenschachtes stattfinden.

Dass die Bewegung der Grundluft und die Diffusion der entwickelten Gasarten im Boden an vielen Stellen unter gewöhnlichen Umständen sehr langsam ist, darauf deuten jedoch die grossen Variationen im Kohlensäuregehalte der Grundluft innerhalb kurzer Abstände. Dies näher zu verfolgen, würde gewiss von grossem Interesse gewesen sein, obwohl die Untersuchungen je nach den Bodenformationen verschieden ausfallen müssen. Da jedoch die kalte Jahreszeit zu weit vorgeschritten war, liessen sich solche Versuche nicht mehr ausführen.

Das Mehr oder Minder von Kohlensäure an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Tiefen, welches ich bei meinen Untersuchungen gefunden habe, zeigt deutlich, dass man aus einzelnen Untersuchungen nicht auf eine grössere oder geringere Verunreinigung des Bodens im hygienischen Sinne schliessen darf. In dem von mir beobachteten Theile des Hofes eines Gebäudes hat sich keinerlei Gesetzmässigkeit in der Zu- und Abnahme weder in verticaler noch in horizontaler Richtung finden lassen, alles schien vom Zufalle abhängig zu sein. So weit an den untersuchten Stellen Aufgrabungen gemacht wurden, hat sich ergeben, dass überall, wo viel Kohlensäure gefunden wurde, viel Humus, und wo wenig Kohlensäure gefunden wurde, viel Kies lag. Daraus erklärt sich auch, dass durchschnittlich in den höheren Bodenschichten, wo der Humus vorherrscht, auch der Kohlensäuregehalt grösser war, im Gegensatze zu dem von Anderen gefundenen Verhältnisse, wo die Kohlensäure mit der Tiefe zunahm, was in Bodenschichten, welche von oben bis unten gleichmässig gemischt sind, wohl in der Regel der Fall sein wird.

In hygienischer Beziehung wird es sehr zweierlei sein, ob die Kohlensäure im Boden von darin befindlicher Humuserde oder von

eingedrungener Abtrittjauche herrührt, und kann daher der Kohlensäuregehalt für sich allein nicht entscheidend sein, wenn man daraus auf eine Verunreinigung des Bodens schliessen will.

Man hat deswegen, scheint es mir, Grund anzunehmen, dass es nicht möglich sein dürfte, aus dem Kohlensäuregehalte, und man kann wohl sagen ebenso wenig aus dem Nitrificationsprocesse, oder der chemischen Analyse der organischen Substanz selbst, die locale oder zeitliche Disposition einer Stadt oder eines Stadttheiles für Bodenkrankheiten zu erklären.

Für das Entgegenkommen und die Hilfeleistung bei meinen Untersuchungen statte ich dem Herrn Geheimrath v. Pettenkofer und den beiden Herren Assistenten am hygienischen Institute Dr. Renk und Dr. Soyka meinen Dank ab.

Untersuchungen über die Ventilation der zwei Hörsäle im hygienischen Institute zu München.

Von

Dr. G. E. Bentzen,
Secretär der Sanitätsverwaltung in Christiania.

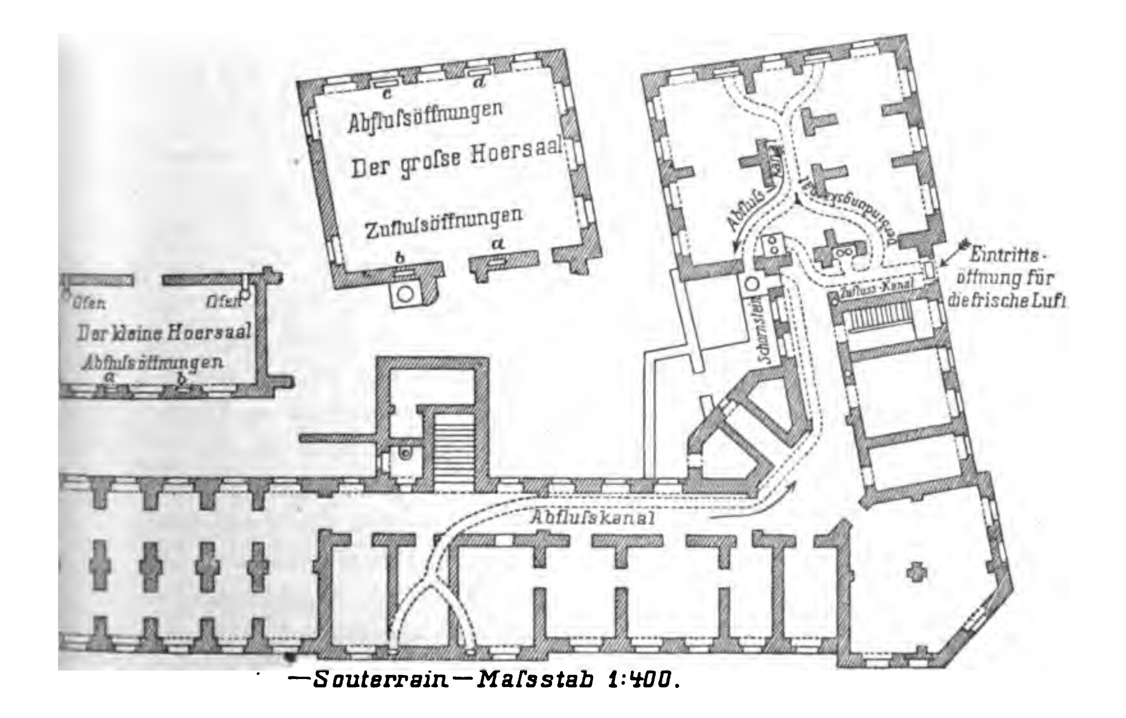
Auf Veranlassung von Pettenkofer habe ich untersucht, in wie weit das in dem seit 4 Jahren fertig gebauten hygienischen Institute in München angebrachte Ventilationssystem den Anforderungen entspricht.

Das Gebäude des hygienischen Institutes besteht aus Souterrain, Hochparterre und erstem Stock. Die Heizung geschieht mit Dampf nach dem System von Sulzer in Winterthur. Nur in den zwei Hörsälen im ersten Stock sind eigene Oeffnungen und Canäle für die Ventilation angebracht.

Der grosse Hörsaal ist 5,75 ^{m} hoch, 9,9 ^{m} breit und 12,95 ^{m} lang. Der Cubikinhalt mit Abzug des Podestes und Berechnung der Fensternischen ist beinahe 700 ^{cbm}. Das Maximum der Zuhörer ist zu 110 berechnet. Die eine und ein Theil der anderen langen Wand, und die beiden kurzen Wände sehen frei nach aussen. Von der 263 ^{qm} grossen Wandfläche werden etwa 52 ^{qm} von 10 Fenstern und 2 Thüren eingenommen. Die zwei Zuflussöffnungen für die frische Luft sind 2 ^{m} vom Fussboden entfernt, und haben einen Querschnitt von 0,3655 ^{qm}. Der Zufuhrcanal zu diesen Oeffnungen fängt mit einer Oeffnung in der äusseren Mauerwand des Souterrains gleich über der anstossenden Bodenoberfläche an, verläuft dann durch die Mauer hinab unter dem Fussboden des Souterrains, theilt sich danach in 2 Canäle, die durch 2 Pfeiler des Souterrains und die innere Mauerwand hinaufsteigen um in die Zuflussöffnungen einzumünden. In jedem dieser Pfeiler des Souterrains sind je 2 Dampföfen für die Heizung der einströmenden Luft eingeschlossen.

Die 2 Abflussöffnungen mit einem Querschnitt von 0,3955 ^{qm} sind am Fussboden in der entgegengesetzten Wand angelegt. Die ent-

sprechenden 2 Abflusscanäle führen durch die Aussenwand hinab, vereinigen sich unter dem Fussboden des Souterrains und führen dann nach dem Ventilationsschornstein, in dessen Mitte ein Eisenrohr als Rauchrohr des Dampfkessels aufsteigt. Die für die Ventilation disponible Querschnittfläche des Schornsteins misst 0,715^{qm}. Die Höhe des Schornsteins ist 23,6^{m}. Zwischen dem Abfluss- und dem Zuflusscanale ist unter dem Fussboden des Souterrains ein Verbindungscanal eingeschoben, und wird mittels einer Eisenthüre nach Belieben eine Communication zwischen dem Abflusscanale einerseits und dem Zuflusscanale andererseits oder dem Schornstein (die erstere Anordnung für die Anheizung) hergestellt. In den Zuflusscanal ist für den Fall, dass es nothwendig ist Luft einzutreiben, ein Flügelventilator mit vier 28^{cm} langen, in einem Winkel von 30^{0} gegen den verticalen Plan gestellten Flügeln, eingeschaltet. Sowohl die Zufluss- wie die Abflussöffnungen sind mit einem Gitter und einem Regulirapparate für die Luftbewegung versehen. Die nähere Anordnung der Ventilationscanäle zeigt beistehende Skizze.



—Souterrain—Maſsstab 1:400.

Die Untersuchung des Ventilationseffectes geschah mittels Anemometern nach Neumann und Vogt. Diese wurden so sorgfältig wie möglich mittels eines Rotationsapparates geaicht, und ihr Trägheitsmoment und Reibungsconstante graphisch festgestellt.

Bei dem einen benützten Instrumente war $v = 0{,}26 + 0{,}071 \cdot n$; bei dem andern $v = 0{,}15 + 0{,}084 \cdot n$. Die Geschwindigkeit der ein- oder ausströmenden Luft wurde jedesmal an 9 verschiedenen Stellen der Ventilationsöffnungen, an jeder Stelle während $^1/_2$ Minute, gemessen, und aus den 9 Bestimmungen das Mittel gezogen.

In jeder Oeffnung war ein Thermometer aufgehängt, und die Temperatur wurde für jede Untersuchung abgelesen. Im Ventilationsschornstein wurde die Temperatur durch ein Loch in der Deckenhöhe des Hörsaales mittels eines Maximalthermometers gemessen. Die Entfernung dieser Stelle vom Boden des Schornsteins betrug $15{,}3^{m}$.

Bei diesen Untersuchungen über die Ventilationsgrösse wurde also von der freiwilligen Ventilation durch die porösen Wände, Thür- und Fensterritzen abgesehen, und nur der an den Ventilationsöffnungen anemometrisch messbare Luftwechsel bestimmt.

Die Beobachtungen wurden unter verschiedenen Umständen angestellt. Zuerst wurden beide Zuflussöffnungen im grossen Hörsaale geschlossen und beide Abflussöffnungen geöffnet. Es zeigte sich, dass bei einer Temperaturdifferenz zwischen der Luft in den Abflussöffnungen (der Saal wurde nicht geheizt) und im Schornstein von ca. 10° C. 1240 bis 1276^{cbm} Luft pro Stunde weggeführt wurden, und also durch die Wände, Thür- und Fensterritzen von aussen zugeführt werden mussten. Wurde kurz nachher ein Fensterflügel geöffnet, so stieg das abgeführte Luftquantum bis 2615^{cbm}, während die durch die zufälligen Oeffnungen zugeführte Luftmenge um ein Fünftel abnahm. Gleichzeitig war jedoch die Temperaturdifferenz zwischen den Abflussöffnungen und dem Schornstein um $1^1/_2$° C. gesunken. Die folgende Tabelle (Tab. I) gibt über die Geschwindigkeit der Luftbewegung und das abgeführte Luftquantum in jeder der beiden Oeffnungen Auskunft.

Tabelle I.

Abflussöffnungen				Cubikmeter pro Stunde durch beide Abflussöffnungen	Temperatur im Freien	Temperatur im Schornstein	Temperatur in den Abflussöffnungen	Temperaturdifferenz zw. Schornstein und Abflussöffnungen	Temperaturdifferenz zw. Schornstein und Freiem
c		d							
Geschwindigkeit in Met. pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde	Geschwindigkeit in Met. pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde						
0,5532	787,65	0,3432	488,65	1276,30	3,75	15,1	4,55	10,55	11,35
0,528	751,77	0,3432	488,65	1240,42	3,9	14,75	4,7	10,05	10,85
0,7968	1134,48	1,0404	1481,32	2615,80 [1]	5,9	13,95	5,45	8,5	8,05

Wurden die Zuflussöffnungen geöffnet, so zeigte doch immer der Unterschied zwischen der zugeführten und abgeführten Luftmenge, dass ein grösserer oder geringerer Theil der abgeführten Luft durch zufällige Oeffnungen beigeströmt war. Je mehr die Zuflusscanäle sich passiv als einfache Oeffnungen verhalten ohne durch Temperaturdifferenz ein Einströmen der Luft zu begünstigen, desto mehr wird es der Fall sein, und noch mehr, wenn die Temperaturdifferenz zwischen der Luft in den Zuflusscanälen und im Freien sich entgegengesetzt gestaltet, und dadurch einen Widerstand gegen die Luftzufuhr leistet. Wenn dagegen die durch die Temperaturdifferenz zwischen der Luft in den Zuflusscanälen und im Freien gegebene Triebkraft grösser als die durch die Differenz zwischen der Zimmerluft und der im Schornstein wird, kehrt sich das Verhältniss, wie es später bei der Untersuchung bei gleichzeitiger Heizung zu sehen ist, um. Dann strömt oft viel mehr Luft ein als aus, und ein Theil der einströmenden Luft muss dann durch die zufälligen Oeffnungen ausgetrieben werden. Wurde nicht geheizt, so strömte z. B. bei einer Temperaturdifferenz von 12,5 ° C. zwischen der Luft in den Abflussöffnungen und im Schornstein und von 7,9° C. zwischen der einströmenden Luft und der freien 3105^{cbm} pro Stunde ab und nur 2216^{cbm} zu; bei resp. 6,45 ° C. und 4,95 ° C. Differenz 2216^{cbm} ab und 2029^{cbm} zu. Zum richtigen Vergleich (s. Tab. II) sollten

1) Eine Fensterlücke 0,3536^{qm} gross war geöffnet. Die Geschwindigkeit der durch diese einströmenden Luft war 1,2504^{m} pro Sec. und die daraus berechnete Luftmenge 1591,76^{cm} pro Stunde.

Tabelle II.

Tag der Untersuchung	Zuflussöffnungen				Abflussöffnungen				Temperatur im Freien	Temperatur der einströmenden Luft	Temperaturdifferenz zw. beiden	Cubikmeter pro Stunde durch beide Zuflussöffnungen	Cubikmeter pro Stunde durch beide Abflussöffnungen	Temperatur in den Abflussöffnungen	Temperatur der Luft im Schornstein	Temperaturdifferenz zw. beiden	Temperaturdifferenz zw. Schornstein und im Freien.
	a		b		c		d										
	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde									
Dec. 28	0,9203	1210,93	1,0907	1435,14	1,112	1583,27	1,0694	1522,61	—3,4	4,5	7,9	2646,07	3105,88	3,9	16,4	12,5	19,8
28	0,899	1132,90	1 0197	1341,72	1,0481	1492,28	1,0126	1441,74	—1,2	4,6	5,8	2524,62	2934,02	3,9	14,6	10,7	15,8
29	0,9061	1192,25	0,9913	1304,35	1,0765	1532,72	1,0552	1502,39	—2,35	4,65	7	2496,6	3035,11	3,55	14,8	11,25	17,15
Jan. 2	0,8209	1080,14	0,9629	1266,98	0,9842	1401,30	1,0339	1472,07	7,2	6,9	—0,3	2347,12	2873,37	4,45	14,55	10,1	7,35
2	0,7854	1033,43	0,9132	1201,59	0,9487	1350,76	0,9345	1330,54	6	6,55	0,55	2235,02	2681,30	4,7	11,55	6,85	5,55
Dec. 28	0,828	1089,48	0,9416	1238,96	0,9416	1340,65	0,9345	1330,54	±0	5	5	2328,44	2671,19	4,15	14,3	10,15	14,3
29	0,8351	1098,82	0,8919	1173,56	0,9487	1350,76	0,9208	1310,32	—0,4	4,9	5,3	2272,38	2661,08	3,75	13,5	9,75	13,9
29	0,7712	1014,74	0,9061	1192,25	0,9274	1320,43	0,8777	1249,67	1,7	5,55	3,85	2206,99	2570,10	4,45	13,6	9,15	11,9
29	0,7286	958,69	0,8919	1173,56	0,899	1280	0,8635	1229,45	2,1	5,7	3,6	2132,25	2509,45	4,45	13,2	8,75	11,1
29	0,7002	921,32	0,8067	1061,46	0,7996	1128,47	0,7499	1067,71	2,7	6,1	3,4	1982,78	2206,18	4,7	12,4	7,7	9,7
29	0,7002	921,32	0,8422	1108,17	0,8209	1168,80	0,7357	1047,49	0,9	5,85	4,95	2029,49	2216,29	4,55	11	6,45	10,1

eigentlich die abgeführte und die zugeführte Luftmenge, weil die kältere Luft einen kleineren Raum als die wärmere Luft einnimmt, auf dieselbe Temperatur berechnet werden. Man muss aber auch erinnern, dass dieser Unterschied, weil die kältere dichtere Luft gegen die Anemometerflügel mit grösserer Gewalt anprallt, zum Theil wieder aufgehoben wird. Wird im vorliegenden Falle der Temperaturunterschied ausgeglichen, so wird die abgeführte Luftmenge im ersten Beispiel 3112 cbm und im zweiten 2227 cbm. Man sieht, dass es nicht viel ausmacht.

In der vorausgehenden Tab. II S. 474 sind mehrere Einzeluntersuchungen bei verschiedener Temperaturdifferenz angeführt.

Eine Gesetzmässigkeit für die Luftbewegung musste sich erwarten lassen, im concreten Falle aber sind die Verhältnisse wesentlich durch den Einfluss der die Canäle umgebenden Räume und die Bewegung der Atmosphäre gewöhnlich zu complicirt, als dass sie sich in Zahlen ausdrücken liesse. Die in der Tabelle angeführten Zahlen zeigen meiner Ansicht nach aus diesem Grunde nicht überall die zu erwartende Uebereinstimmung.

Wenn der Saal geheizt wurde, nahm der Luftwechsel in bedeutendem Grade zu. Die Differenz zwischen den Temperaturen in den Abflussöffnungen und dem Schornstein nahm verhältnissmässig ab, zwischen den Zuflusscanälen und der freien Luft aber zu, und in demselben Verhältnisse bekam, wie früher erwähnt, die zugeführte Luftmenge das Uebergewicht über die abgeführte.

Eine Reihe Einzeluntersuchungen sind unten (Tab. III S. 476 u. 477) angeführt. Was die strenge Gesetzmässigkeit anbelangt, gilt auch hier das vorher erwähnte.

Bei einer Differenz von 30,8° C. zwischen der einströmenden und der freien Luft und 5,1° C. zwischen den Abflussöffnungen und dem Schornstein war das zugeführte Luftquantum 4028 cbm pro Stunde, das abgeführte 3631 cbm (oder 3821 wenn die abströmende Luft auf die Temperatur der einströmenden berechnet wird). Bei einer Differenz von resp. 15,95° C. und 3,15° C. waren es 3038 cbm und 3004 cbm.

Wie aus dieser und der vorigen Tabelle hervorgeht, ist die durch die beiden Zuflussöffnungen strömende Luftmenge sehr ver-

Tabelle III.

Tag der Untersuchung	Zuflussöffnungen				Abflussöffnungen				Temperatur im Freien	Temperatur der einströmenden Luft	Temperaturdifferenz zw. beiden	Cubikmeter pro Stunde durch beide Zuflussöffnungen	Cubikmeter pro Stunde durch beide Abflussöffnungen	Temperatur in den Abflussöffnungen	Temperatur der Luft im Schornstein	Temperaturdifferenz zw. beiden	Temperaturdifferenz zw. Schornstein und im Freien.
	a		b		c		d										
	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde									
Dec. 15	1,4102	1855,54	1,609	2117,12	1,1901	1694,46	1,1901	1694,46	0,3	28,95	28,65	3972,66	3388,92	12,2	18,5	6,3	18,2
15	1,4102	1855,54	1,5167	1995,67	1,1333	1613,59	1,1262	1603,48	0,3	28,45	28,15	3851,21	3217,07	12,55	18,2	5,65	17,9
15	1,3392	1762,12	1,5096	1986,33	1,2469	1775,34	1,254	1785,45	0,3	27,3	27	3748,45	3560,79	12,85	17,75	4,9	17,46
15	1,325	1743,43	1,4954	1967,65	1,0978	1563,05	1,112	1583,27	0,2	26,9	26,7	3711,08	3146,32	12,85	17,5	4,65	17,3
15	1,3037	1715,41	1,4457	1902,25	1,1049	1573,16	1,1475	1633,81	—0,1	25,8	25,9	3617,66	3206,97	12,85	17,2	4,35	17,3
15	1,2185	1603,30	1,3676	1799,45	1,0907	1552,94	1,0765	1532,72	—0,1	22,8	22,9	3402,75	3085,66	13	16,75	3,75	16,85
15	1,1262	1481,85	1,2895	1696,72	1,0694	1522,61	1,0552	1502,39	—0,1	19,6	19,7	3178,57	3025	12,85	16,15	3,3	16,25
15	1,041	1369,75	1,2256	1612,64	1,041	1482,18	1,0552	1502,39	—0,2	15	15,2	2982,39	2984,57	12,5	15,5	3	15,7
15	1,4102	1855,54	1,5522	2042,38	1,2824	1825,88	1,3605	1937,08	—2,0	27,35	29,35	3897,92	3762,96	11,1	23	11,9	25
15	1,396	1836,86	1,5664	2061,07	1,2753	1815,77	1,2966	1846,10	—2,0	26,8	28,8	3897,93	3661,87	11,7	20	8,3	22
15	1,3676	1799,49	1,5664	2061,07	1,2185	1734,90	1,2682	1805,66	—2,0	26,2	28,2	3860,56	3540,56	12,5	18,8	6,8	20,8
15	1,3889	1827,51	1,5096	1986,33	1,1972	1704,57	1,2327	1755,12	—2,0	25,75	27,75	3813,84	3459,69	12,7	19,1	6,4	21,1
15	1,3037	1715,41	1,4528	1911,59	1,183	1684,86	1,2611	1795,55	—2,0	23,6	25,6	3627	3479,91	12,85	18,5	5,65	20,5

Tabelle III (Fortsetzung).

Tag der Untersuchung	Zuflussöffnungen a: Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	a: Cubikmeter pro Stunde	b: Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	b: Cubikmeter pro Stunde	Abflussöffnungen c: Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	c: Cubikmeter pro Stunde	d: Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	d: Cubikmeter pro Stunde	Temperatur im Freien	Temperatur der einströmenden Luft	Temperaturdifferenz zw. beiden	Cubikmeter pro Stunde durch beide Zuflussöffnungen	Cubikmeter pro Stunde durch beide Abflussöffnungen	Temperatur in den Abflussöffnungen	Temperatur der Luft im Schornstein	Temperaturdifferenz zw. beiden	Temperaturdifferenz zw. Schornstein und im Freien
Dec. 15	1,2398	1631,33	1,4031	1846,20	1,1617	1654,03	1,1901	1694,46	— 1,8	21,4	23,2	3477,53	3348,49	12,85	17,5	4,65	19,3
15	1,1262	1481,85	1,2611	1659,36	1,1049	1573,16	1,0836	1542,83	— 1,7	16,6	18.3	3141,21	3115,99	12,5	16,75	4,25	18,45
20	1,396	1836,86	1,5522	2042,38	1,2327	1755,12	1,2966	1846,1	— 0,2	27,85	28,05	3879,24	3601,22	11,05	20,75	9,7	20,95
20	1,4173	1864,88	1,5948	2098,44	1,3179	1876,43	1,2824	1825,88	— 0,2	27,85	28,05	3963,32	3702,32	11,7	20,9	9,2	21,1
20	1,4173	1864,88	1,5948	2098,44	1,2469	1775,34	1,2611	1795,55	1,2	28,3	27,1	3963,32	3570,89	12,85	19,65	6,8	18,45
20	1,4528	1911,59	1,5806	2079,75	1,2256	1745,01	1,2682	1805,66	1,4	29,3	27,9	3991,34	3550,67	13,5	19,25	5,75	17,85
20	1,4031	1846,20	1,5096	1986,33	1,1475	1633,81	1,2256	1745,01	1,5	29	27,5	3832,53	3378,82	13,55	18,95	5,4	17,45
20	1,3889	1827,51	1,4741	1939,62	1,1901	1694,46	1,1901	1694,46	1,7	28,8	27,1	3767,13	3388,92	13,65	18,8	5,15	17,1
22	1,2753	1678,04	1,4031	1846,2	1,0978	1563,05	1,1262	1603,48	1,8	28,95	27,15	3524,24	3166,53	14,8	18,4	3,6	16,6
23	1,4528	1911,59	1,609	2117,12	1,2327	1755,12	1,3179	1876,43	— 2,0	28,8	30,8	4028,71	3631,55	14,55	19,65	5,1	21,65
23	1,0694	1407,12	1,2398	1631,33	1,0836	1542,83	1,0268	1461,96	— 1,3	14,65	15,95	3038,45	3004,79	13,15	16,3	3,15	17,6
23	1,0481	1379,09	1,183	1556,59	1,0552	1502,39	1,041	1482,18	— 1,4	11,9	13,3	2935,68	2984,57	12,1	15,8	3,7	17,2
23	0,9771	1285,67	1,1404	1500,54	0,9984	1421,52	0,9984	1421,52	— 1,4	10,7	12,1	2786,21	2843,04	11,35	14,8	3,45	16,2

Tabelle IV.

Starker Wind.

Tag der Untersuchung	Zuflussöffnungen				Abflussöffnungen				Temperatur im Freien	Temperatur der einströmenden Luft	Temperaturdifferenz zw. beiden	Cubikmeter pro Stunde durch beide Zuflussöffnungen	Cubikmeter pro Stunde durch beide Abflussöffnungen	Temperatur in den Abflussöffnungen	Temperatur der Luft im Schornstein	Temperaturdifferenz zw. beiden	Temperaturdifferenz zw. Schornstein und im Freien.
	a		b		c		d										
	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde									
Dec. 21	1,4741	1939,62	1,6303	2145,15	1,5025	2139,26	1,8007	2563,84	3,3	29	25,7	4084,77	4703,10	11,7	22,7	11	19,4
21	1,7439	2294,62	1,7865	2350,68	1,6587	2361,66	1,9498	2776,13	4,4	29,85	25,45	4645,30	5137,79	14,9	18,8	3,9	14,4
21	1,4386	1892,91	1,5735	2070,41	1,5877	2260,57	1,7226	2452,64	4,4	29,8	25,4	3963,32	4713,21	14,8	18,15	3,35	13,75
21	1,4883	1958,31	1,68	2210,54	1,6374	2331,33	1,7368	2472,86	3,5	17,5	14	4168,85	4804,19	13,7	16,4	2,7	12,9
21	1,4102	1855,54	1,5806	2079,75	1,6516	2351,55	1,609	2290,89	3,4	13,6	10,2	3935,29	4642,44	12,65	15,4	2,75	12

schieden. Durch die eine Oeffnung b strömte 18% mehr als durch die andere a. Die ungünstigere Lage des zu der Oeffnung a führenden Canals, indem er vor der Einmündung in den Ofenschacht eine scharfe Biegung macht, ist gewiss hierfür die Ursache.

Welche grosse Unterstützung die durch die Temperaturdifferenzen hervorgebrachte Wirkung unter Umständen durch starken Wind erfahren kann, zeigen die oben verzeichneten Zahlen (Tab. IV S. 478). Dass der Wind nicht immer unterstützend wirkt, ist allbekannt, unter Umständen wirkt er sogar hemmend. Das hygienische Institut liegt jedoch ziemlich frei und der Schornstein ragt weit über die umliegenden Gebäude empor, so dass der Wind hier in den meisten Fällen unterstützend wirkt. In den vorliegenden Untersuchungen ist die Beihilfe der sog. saugenden Wirkung des Windes an der Mündung des Schornsteins so gross, dass wieder trotz der Heizung mehr Luft ab- als zugeführt wird. In einem Falle stieg die abgeführte Luftmenge bis zu 5137 ^{cbm} pro Stunde.

Im Sommer und späten Frühjahre werden gewöhnlich die Temperaturdifferenzen zu gering, als dass sie für den erforderlichen Luftwechsel genügten; für diesen Fall ist der Flügelapparat zur Pulsion hergerichtet.

Bei Untersuchungen, welche ohne Heizung und mit so weit wie möglich ausgeschlossener Temperaturdifferenz angestellt wurden, zeigte es sich, wie es aus folgender Tabelle (Tab. V S. 480) hervorgeht, dass bei 480 Umdrehungen des Flügelapparates in der Minute und bei geschlossenen Fenstern, Thüren und Abflussöffnungen bis zu 2328 ^{cbm} Luft pro Stunde eingetrieben wurden. In diesem Falle erhielt wohl der Pulsionsapparat eine Beihilfe mittels einer unbedeutenden Temperaturdifferenz zwischen den Zuflusscanälen und der freien Luft. Wenn eine Fensterfläche von 0,1350 ^{qm} Grösse geöffnet wurde, stieg bei ganz gleicher Bewegung des Ventilators das Luftquantum bis zu 2646 ^{cbm}; war die Fensteröffnung noch grösser, 0,3536 ^{qm}, so wurden 3356 ^{cbm} eingetrieben. Darüber hinaus aber blieb es gleichgültig, wenn jetzt noch eine Fensterfläche geöffnet wurde. Dieses zeigen die Untersuchungen für den 9. Januar. Die in diesem Falle eingetriebene Luftmenge war sogar einige Cubikmeter geringer

Tabelle V.

Tag der Untersuchung	Zahl der Umdrehungen des Flügelapparates	Zuflussöffnungen a		Zuflussöffnungen b		Cubikmeter pro Stunde durch beide Zufluss-öffnungen	Temperatur im Freien	Temperatur der einströmenden Luft	Temperaturdifferenz zwischen beiden	Grösse der geöffneten Fensterlücke in Qm.	Geschwindigkeit der ausströmenden Luft in Meter pro Sec.	Die Menge der ausströmenden Luft in Cbm. pro Stunde
		Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde							
Jan. 5	480	0,828	1089,48	0,9416	1238,96	2328,44	1,9	5	3,1			
5	480	0,8138	1070,80	0,8848	1164,22	2235,02	2,4	4,95	2,55			
5	480	0,9629	1266,98	1,0481	1379,09	2646,07	2,2	4,6	2,4	0,1353	1,5735	766,29
5	480	1,2611	1659,36	1,2895	1696,72	3356,08	2	4,65	2,65	0,3536	0,9771	1243,85
9	480	9,686	902,64	0,8635	1136,19	2038,83	3,5	6,25	2,75			
9	480	0,9913	1304,35	1,1546	1519,22	2823,57	3,5	6,2	2,7	0,3536	1,0268	1307,12
9	480	1,0268	1351,06	1,0978	1444,49	2795,55	5,4	6,25	0,85	0,3536 und 0,3555	0,6505 unbestimmbar wegen der geringen Geschwindigkeit	828,09
9	600	1,3321	1752,78	1,3179	1734,09	3486,87	4,55	6,05	1,5	0,3536	1,2256	1560,19
9	600	0,8919	1196,06	0,9487	1248,30	2444,36	5,1	6,2	1,1			

als die bei 0,3536 qm grosser Fensteröffnung eingeführte, ein Resultat, das vielleicht von der etwas geringeren Temperaturdifferenz zwischen der einströmenden und freien Luft herrührt.

Bei 600 Umdrehungen des Flügelapparates steigt die eingetriebene Luftmenge verhältnissmässig.

Kann die eingetriebene Luft durch die Abflussöffnungen wieder ausfliessen, so muss der Luftwechsel entsprechend der Beihilfe der Temperaturdifferenz zwischen diesen und dem Schornstein steigen, und dies in noch höherem Grade, wenn gleichzeitig geheizt wird.

Die Tab. VI S. 481 zeigt einige Resultate solcher Untersuchungen, welche keiner weiteren Besprechung bedürfen.

Bei diesen Untersuchungen war die Wirkung der Pulsion auf die eine odere andere Weise mittels Temperaturdifferenzen begünstigt. Es mag auch eintreffen, dass die negativen Temperaturdifferenzen eine gewisse Hemmung bedingen; die Resultate derselben sind jedenfalls nicht sehr bedeutend.

Tabelle VI.

Tag der Untersuchung	Zahl der Umdrehungen des Flügelapparates in der Min.	Zuflussöffnungen				Abflussöffnungen				Temperatur im Freien	Temperatur der einströmenden Luft	Temperaturdifferenz zwischen beiden	Cubikmeter pro Stunde durch beide Zuflussöffnungen	Cubikmeter pro Stunde durch beide Abflussöffnungen	Temperatur in den Abflussöffnungen	Temperatur im Schornstein	Temperaturdifferenz zwischen beiden	Temperaturdifferenz zwischen der Luft im Schornstein und im Freien
		a		b		c		d										
		Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde									
Dec. 29	480	1,1688	1537,91	1,2114	1593,96	1,0481	1492,28	0,9629	1370,98	1,9	4,95	3,05	3131,87	2863,26	4,15	12,6	8,45	10,7
Jan. 2	480	1,1901	1565,93	1,1546	1519,22	1,0978	1563,05	1,112	1583,27	4,9	6,1	1,2	3085,15	3146,32	3,95	13,2	9,25	8,3
2	480	1,1617	1528,56	1,1404	1500,54	1,0126	1441,74	1,0055	1431,63	5,95	6,1	0,15	3029,10	2873,37	4,05	14,2	10,05	8,25
2	600	1,2895	1696,72	1,3463	1771,46	1,2469	1775,34	1,2611	1795,55	7	6,95	— 0,05	3468,18	3570,89	4,45	14,2	9,75	7,2
Dec. 22	480	1,751	2303,97	1,8007	2369,36	1,2895	1836	1,4173	2017,95	1,8	30,2	28,4	4673,33	3853,95	14,9	20,9	6,0	19,1
22	480	1,6871	2219,89	1,7439	2294,62	1,2824	1825,88	1,3392	1906,75	1,8	29,3	27,5	4514,51	3732,63	15	19,5	4,5	17,7
23	480	1,7013	2238,57	1,8433	2425,41	1,467	2088,71	1,4741	2098,82	— 2,5	25,4	27,9	4663,98	4187,53	13,45	21,8	8,35	24,3
23	720	2,1628	2845,81	2,1273	2799,10	1,4954	2129,15	1,5364	2230,24	— 2,3	24,8	27,1	5644,91	4359,39	14,9	20,9	6	23,2

Zuletzt will ich nur einige Bemerkungen über die Luftbewegung bei Anheizung des Saales und Circulation der schon geheizten Luft mittheilen. Die Verbindung der Abflusscanäle mit dem Schornstein ist in diesem Falle aufgehoben. Die treibende Kraft ist wesentlich die Temperaturdifferenz zwischen der Zimmerluft, der Luft in den Abfluss- und den Zuflusscanälen und den Heizräumen. Immer strömte durch die Zuflussöffnungen mehr Luft ein als durch die Abflussöffnungen aus, und auf dem Wege von den Abflussöffnungen zu den Zuflussöffnungen zurück müssen danach immer die restirenden Luftmengen vom Freien, den Kellerräumen etc. durch die Wände der Canäle eingepresst werden. Selbst wenn man den verschiedenen Wärmegrad der ein- und ausströmenden Luft berücksichtigt, wird doch nach diesen Untersuchungen bis zu 21% der durch die Zuflussöffnungen fliessenden Luft auf diese Weise eingeführt. Jedenfalls ist unter sonst gleichen Verhältnissen diese Procentzahl von der Porosität der Luftcanäle und der grösseren oder geringeren Temperaturdifferenz zwischen der Luft in den Canälen und den diese umgebenden Räumen abhängig.

Der kleine Hörsaal ist 4,9 ^{m} hoch, 5,4 ^{m} breit und 10,35 ^{m} lang. Der Cubikinhalt, Oefen, Bänke und Fensternischen eliminirt, etwa 275 ^{cbm}. Er ist für 40 Zuhörer berechnet. Von der 154,3 ^{qm} Wandfläche sind 19 ^{qm} von 3 Fenstern und 2 Thüren eingenommen. Die Heizung wird mittels 2 Wasser-Dampföfen, in deren Mantel ein mit einer Klappe verschliessbarer Canal für die Zufuhr frischer Luft von dem anstossenden Corridor durch die Mauerwand führt, besorgt. Die Oeffnungen dieser Canäle in den Corridor messen 288 ^{qcm}, werden aber durch ein grobes Gitter bis zu 96 ^{qcm} vermindert. Die 2 Abflusscanäle für die gebrauchte Luft führen durch die Aussenwand hinab, bis sie sich unter dem Fussboden des Souterrains vereinigen, um später in den Ventilationsschornstein einzumünden. Von den 4 Oeffnungen dieser Canäle im Saale münden 2 für die Sommerventilation oben unter der Decke, 2 für die Winterventilation unten über dem Fussboden aus. Jede hat einen Querschnitt von 0,114 ^{qm}. (Siehe übrigens den Plan.)

Die Ventilation des kleinen Hörsaales ist auf die Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen, zwischen der Luft im Saale und im Schornstein, zwischen der Luft im Heizofen und im Corridor basirt. Mehrere Untersuchungen, welche in derselben Weise wie in dem grossen Hörsaale bei verschiedenen Temperaturdifferenzen, sowohl bei offener als bei aufgehobener Communication mit dem Corridor mittels der Mantelcanäle angestellt wurden, sind unten verzeichnet (Tab. VII u. VIII). Nur die unteren Abflussöffnungen waren offen.

Tabelle VII.

Die Klappen in den Mantelcanälen waren geschlossen.

Tag der Untersuchung	Die unteren Abflussöffnungen				Cubikmeter pro Stunde durch beide Abflussöffnungen	Temperatur in den Abflussöffnungen	Temperatur im Schornstein	Temperaturdifferenz zwischen beiden	Temperatur im Freien	Temperaturdifferenz zwischen dem Freien und dem Schornstein
	a		b							
	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde	Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Cubikmeter pro Stunde						
Jan. 10	0,9842	403,92	0,9913	406,83	810,75	14,8	22	7,2	3,5	18,5
10	0,9061	371,86	0,9842	403,92	775,78					
10	0,8138	333,98	0,9558	392,26	726,24	13,75	16,3	2,55	2,25	14,05
10	0,7925	325,24	0,9274	380,60	705,84					
10	0,7428	304,85	0,8706	357,29	662,14	14,5	17,9	3,4	3,6	14,3
10	0,7286	299,02	0,8138	333,98	633	14	16,45	2,45	3,2	13,25
10	0,7002	287,36	0,7712	316,5	603,86	13,75	16,5	2,75	3,4	13,1
10	0,7002	287,36	0,757	310.67	598,03					
11	1,0694	438,88	1,2398	508,81	947,69	13,2	24,57	11,37	—0,35	24,92
11	0,9913	406,83	1,1972	491,33	898,16	15,2	20,82	5,62	0,4	20,42
11	0,7712	316,5	0,9132	374,78	691,28	16,8	18,95	2,15	2,5	16,45
11	0,7499	307,76	0,8706	357,29	665,05					
11	0,7357	301,93	0,8422	345,64	646,57	15,4	18,3	2,9	2,7	15,6
11	0,7002	287,36	0,8209	336,9	624,26	16,6	18,22	1,62	3,7	14,52

Auch hier sieht man, welche verhältnissmässig grosse Luftmengen durch die zufälligen Oeffnungen einströmen müssen, in den vorliegenden Untersuchungen von 598 bis 947 cbm per Stunde. Uebrigens gelten auch hier dieselben bei der gleichen Art von Ventilation des grossen Hörsaales gemachten Bemerkungen. Auffallend

ist die geringe Luftmenge, die selbst während der Heizung durch die offen gehaltenen Mantelcanäle hineinfliesst, gewöhnlich höchstens 50^{cbm} per Stunde.

Wenn die oberen Abflussöffnungen geöffnet und die unteren geschlossen wurden, zeigten die Untersuchungen keinen wesentlichen Unterschied.

Den Einfluss eines starken Windes zeigen die folgenden 3 Versuche (Tab. IX).

Tabelle VIII.

Die Klappen in den Mantelcanälen waren geöffnet.

Tag der Untersuchung	Die unteren Abflussöffnungen a: Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	a: Cubikmeter pro Stunde	b: Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	b: Cubikmeter pro Stunde	Cubikmeter pro Stunde durch beide Abflussöffnungen	Temperatur in den Abflussöffnungen	Temperatur im Schornstein	Temperaturdifferenz zwischen beiden	Temperatur im Freien	Temperaturdifferenz zwischen dem Freien und dem Schornstein
Jan. 10	0,9984	409,74	0,9913	406,83	816,57	14,8	22	7,2	3,5	18,5
10	0,9558	392,26	0,97	398,09	790,35					
10	0,8777	360,21	0,9629	395,17	755,38					
10	0,8635	354,38	0,9629	395,17	749,55	14,5	17,9	3,4	3,6	14,3
10	0,8351	342,73	0,9132	374,78	717,51					
10	0,7783	319,41	0,8919	366,04	685,45	14	16,45	2,45	3,2	13,25
11	1,0978	450,54	1,2398	508,81	959,35	13,2	24,57	11,37	—0,35	24,92
11	1,0481	430,14	1,1901	488,42	918,56	15,2	20,82	5,62	0,4	20,42
11	0,7996	328,16	0,9487	389,35	717,51	16,8	18,95	2,15	2,5	16,45
11	0,7499	307,76	0,8493	348,55	656,31	15,4	18,3	2,9	2,7	15,6
11	0,7641	313,59	0,8564	351,47	665,06	16,6	18,22	1,62	3,7	14,52

Tabelle IX.

Tag der Untersuchung	Die unteren Abflussöffnungen a: Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	a: Cubikmeter pro Stunde	b: Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	b: Cubikmeter pro Stunde	Cubikmeter pro Stunde durch beide Abflussöffnungen	Temperatur in den Abflussöffnungen	Temperatur im Schornstein	Temperaturdifferenz zwischen beiden	Temperatur im Freien	Temperaturdifferenz zwischen dem Freien und dem Schornstein
Febr. 21	1,2398	508,81	1,3676	561,26	1070,07	9,8	14,3	4,5	1,6	12,7
21	1,2682	520,47	1,4386	590,40	1110,87	9,2	13,2	4,0	1,7	11,5
21	1,4599	599,14	1,3108	537,95	1137,09					

Pettenkofer hat in seiner Abhandlung[1]) die Ansicht ausgesprochen, dass die verschiedene Porosität der Baumaterialien in horizontalen Feuerzügen unter sonst gleichen Umständen einen verschiedenen Nutzeffect der Zugkraft bedingen könne. Ich habe deshalb einen Versuch angestellt um zu sehen, welchen Procenttheil die durch die Abflussöffnungen im Saale ausgeführte Luft von der durch die Einmündungsstelle des Abflusskanales in den Schornstein herausströmenden ausmacht. Es stellte sich dabei heraus, dass nur 47,6 % der in den Schornstein einströmenden Luft durch die Abflussöffnungen abgeführt wurde, während 52,4 % durch die Wände der Canäle aus dem Freien und den umgebenden Räumen geliefert werden musste (Tab. X). Dies steht in vollem Einklange mit einer Beobachtung, die **Renk** bei Gelegenheit seiner Versuche über das Eindringen der Bodenluft in die Häuser gemacht hat.

Tabelle X.

Tag der Untersuchung	Die unteren Abflussöffnungen a: Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	a: Cubikmeter pro Stunde	b: Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	b: Cubikmeter pro Stunde	Cubikmeter pro Stunde durch beide Abflussöffnungen	Temperatur in den Abflussöffnungen	Temperatur im Schornstein	Temperaturdifferenz zwischen beiden	Temperatur im Freien	Temperaturdifferenz zwischen dem Freien und dem Schornstein	Die Einmündungsstelle des Abflusscanales im Schornstein: Geschwindigkeit in Meter pro Sec.	Die Einmündungsstelle: Cubikmeter pro Stunde
Jan. 12	0,8919	366,04	1,041	427,23	793,27	14,9	23,2	8,3	2,6	20,6	0,9487	1664,97

Renk hatte nämlich mit Hilfe des **Recknagel**'schen Differentialmanometers gefunden, „dass in einem unterkellerten Hause (das hygienische Institut) in München die Luft im Boden fast immer einen höheren Druck hatte als im Keller selbst, woraus auf ein Eindringen der Bodenluft in das Haus zu schliessen ist". In der Nähe aber des Ventilationscanales vom kleinen Hörsaale wirkte nun dieser Canal „derart auf die Bodenluft ein, dass in Folge der Wirkung des geheizten Schornsteines durch seine Wandungen hindurch Luft aspirirt wurde, was sich im Boden dadurch kennzeichnete, dass

1) Luftwechsel in Wohngebäuden (Abhandl. der naturwissenschaftl.-techn. Commission der Akademie der Wissenschaften Bd. 2 (Cotta's literar.-artist. Anstalt München).

bis auf eine seitliche Entfernung von 5—6^m ein Austreten der Bodenluft nicht möglich war, sondern umgekehrt die Luft aus dem Kellerraume in den Boden eindrang"[1]).

Zum Schlusse ist zu berechnen, ob der unter den verschiedenen Verhältnissen in den beiden Hörsälen gelieferte Luftwechsel für die berechnete höchste Anzahl der Zuhörer genügt, wenn 30^cbm Luft pro Individuum und Stunde gefordert wird.

Im grossen Hörsaale, wo die grösste Zahl der Zuhörer 110 ist, welche nach obengestellter Forderung zusammen mit dem Vortragenden 3330^cbm per Stunde brauchen, ist gewöhnlich, wenn im Winter oder Frühjahr geheizt wird, die Temperaturdifferenz so gross, dass dieses Luftquantum ohne Beihülfe des Pulsionsapparates erreicht werden kann. Sinkt jedoch z. B. die Temperaturdifferenz zwischen der einströmenden und der freien Luft unter 22° C. und zwischen der abströmenden und der Luft im Schornsteine unter 3,5° C., so wird die Lufteintreibung mit Hilfe des Pulsionsapparates anfangen nöthig zu sein, wenn diese Forderung von 30^cbm pro Stunde und Individuum aufrecht erhalten wird. Das Sinken der Temperaturdifferenz darf ziemlich oft im Frühjahre eintreffen. Im Sommer dagegen ist die Temperaturdifferenz immer zu gering, bei 600 Umdrehungen des Flügelapparates in der Minute aber wird man im Allgemeinen den nöthigen Luftwechsel hervorbringen können (Tab. III u. VI). Im kleinen Hörsaale, wo die Zahl der Zuhörer im Maximum zu 40, welche mit dem Vortragenden 1230^cbm frischer Luft per Stunde brauchen, berechnet ist, wird während der Heizperiode nur in den seltensten Fällen dieser Luftwechsel geliefert werden. Im Sommer ist man natürlich immer bei einer solchen Zahl der Zuhörer auf geöffnete Fenster angewiesen.

Wenn ich die mehr allgemeinen Resultate dieser Untersuchungen zusammenfasse, muss ich besonders hervorheben die grosse Rolle, welche die zufälligen Oeffnungen, die Thür- und Fensterritzen, die Porosität der Wände bei den verschiedenen Ventilationsarten spielen,

---

1) Tageblatt der 54. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Salzburg vom 18. bis 24. September 1881. Zu den Berichten über Sections-Sitzungen S. 193 u. 194.

indem eine wesentliche Menge Luft auf diese Weise von den umgebenden Räumen und vom Freien immer entweder hinein- oder hinausgetrieben wird.

Die Ventilationscanäle sind auch im höchsten Grade durchgängig für Luft, selbst wenn sie wie im hygienischen Institute, sehr gut gemauert und cementirt sind, und wenn sie im Boden ausgegraben sind, kann wohl nie eine Zumischung der Bodenluft verhindert werden, besonders wenn der Luftwechsel durch Suction oder Temperaturdifferenz hervorgebracht wird. Die Reinheit und Gesundheit der eingeführten Luft kann danach unter Umständen beeinträchtigt werden.

Versuche über den Stoffwechsel von Kindern bei ausschliesslicher Milchnahrung.

Von

Dr. Camerer.

Zur Ergänzung früher mitgetheilter Versuche, angestellt an meinen beiden ältesten Kindern (Zeitschrift für Biologie 1880 S. 493) habe ich auch die drei jüngern Kinder vier Tage lang ausschliesslich mit Kuhmilch ernährt. Der bequemen Vergleichung halber will ich die wichtigsten Zahlen für die zwei ältern Kinder, Mädchen und zur Zeit der Versuche 12 und 10 Jahre alt, hier wiederholen, um so mehr, als der früher angegebene Stickstoffgehalt der Nahrung und des Kothes einer kleinen Correctur bedarf. Diese ältern Kinder erhalten in den folgenden Tabellen die Nummern 1 und 2. Nummer 3 ist ein Knabe, zur Zeit der Versuche 6 Jahre 8 Monate alt und 21 900 schwer; Nr. 4 ein Mädchen, 5 Jahre 10 Monate alt und 15500 schwer; Nr. 5 ein Mädchen, 4 Jahre und 2 Monate alt und 13 600 schwer.

Die Kinder hatten am 9. Juni 1881, Abends 7 Uhr, ihre letzte Mahlzeit mit gemischter Kost verzehrt; am 10. Juni, Morgens 7 Uhr, wurden sie, nach Entleerung des Nachturins, zum ersten Male gewogen; die letzte Milch tranken sie am 13. Juni Abends 8 Uhr. Am 14. Juni, Morgens 7 Uhr, wurden sie nach Entleerung des Nachturins zum letzten Male gewogen. Der Nachturin wurde selbstverständlich noch zum Versuchsurin gerechnet. An demselben Tag, Morgens 7 1/2 Uhr, begannen sie wieder gemischte Kost zu verzehren; der am 14. Juni entleerte Urin wurde nicht mehr gesammelt. — Die Milch wurde Morgens früh aus dem Stall geholt (sie war gemischt aus der Milch von vier Kühen), zum Sieden erhitzt und heiss in gut verschliessbare Flaschen gefüllt. Die Kinder tranken von Morgens 7 Uhr bis Abends 8 Uhr so oft sie wollten; die Milch

blieb bis gegen Mittag warm. Wie oft sie tranken und wie viel auf einmal, wurde nicht notirt, sondern nur die Flaschen am Anfang und Ende eines Versuchstages gewogen. Um den Inhalt gut zu mischen, schüttelte man die Flaschen kräftig, ehe Milch aus denselben verabreicht wurde. Als Geschmackscorrigens erhielten die Kinder, so oft sie wollten, eine (alsdann abgemessene) Quantität dünnen Kaffee oder Thee ohne Zucker zu ihrer Milch, auch tranken sie zuweilen Nachts Wasser.

Nr. 4 ertrug die Milch am schlechtesten, am zweiten Tage war Unterbrechung des Versuches durch Erbrechen zu befürchten. Dieses Kind trank daher am wenigsten Milch und am meisten Kaffee. Länger als vier Tage hätte keines der drei Kinder die Milch trinken mögen.

Tabelle I.

24stündige Zufuhr.

Wasser resp. Kaffee	Milch			Gesammtzufuhr	deren		Die Fixa enthielten				Versuchspersonen
	Mittel	Min.	Max.		Fixa	Wasser	Stickstoff	Fett	Milchzucker	Asche	
125	1790	1640	1972	1915	224	1691	10,21	53,7	(94,0)	(12,5)	1
125	1914	1815	2020	2039	239	1800	10,91	57,4	(99,0)	(13,6)	2
127	1959	1830	2105	2086	238	1848	9,21	74,5	93,9	11,8	3
362	1720	1220	1968	2082	209	1873	8,09	65,4	82,5	10,3	4
100	1854	1725	1935	1954	225	1729	8,71	70,2	89,4	11,1	5

Bemerkung: Die Zahlen in Klammern sind nur geschätzt (nach den Angaben König's).

Tabelle II.

24stündige Ausscheidung.

Urin				Persp. insensibilis	Koth	Veränderung des Körpergewichtes	Versuchspersonen
Menge	spec. Gew.	Harnstoff	Gesammtstickstoff				
1470	1011	19,0	9,68	541	67	—160	1
1670	1008	18,9	9,63	478	70	—182	2
1608	1009	21,2	10,80	529	72	—122	3
1636	1007	16,9	8,60	434	18	— 5	4
1443	1008	16,8	8,29	435	70	+ 6	5

Bemerkung: Die Kothmengen der Tabelle II sind die Mittel von denjenigen Kothmengen, welche an den vier Versuchstagen wirklich entleert wurden, also nicht = Ausnützungskoth. Es entleerten nämlich an Koth:

Versuchsperson 3: am 1. Tag 185; am 2. Tag 0; am 3. Tag 102 (ganze Entleerung war Milchkoth); am 4. Tag 0; am 5. Tag 90 Milchkoth; am 6. Tag 52 Milchkoth als erste Portion einer grössern Entleerung.

Versuchsperson 4: Am 1. Tag 58; am 2. Tag 0; am 3. Tag 0; am 4. Tag 14; am 5. Tag kamen drei Entleerungen von Milchkoth mit 27, 31 und 150 g. Ihr Gehalt an Fixa betrug 40,3 %, 34,1 % und 23,8 %. Die beiden ersten Kothe sind die wasserärmsten, welche ich bisher untersucht habe. Der Koth des 6. Tages enthielt keinen Milchkoth mehr.

Versuchsperson 5: Am 1. Tag 45; am 2. Tag 95, wovon 77 Milchkoth; am 3. Tag 80 Milchkoth auf zwei Entleerungen; am 4. Tag 61 Milchkoth; am 5. Tag 78 Milchkoth auf zwei Entleerungen. Bei der letzten Entleerung bildete der Milchkoth nur die erste Portion der Gesammtentleerung.

Tabelle III.

Ausnützungskoth.

Die „24stündige Menge" = 1/4 der beobachteten Gesammtmenge.

24stündige Menge	100 Koth enthalten							Der 24stünd. Koth enthält					Versuchspersonen
	Fixa												
	Mittel	Min.	Max.	Stickstoff	Aetherextract	sauren Aetherextract	Asche	Fixa	Stickstoff	Aetherextract	sauren Aether extract	Asche	
69	23	19,8	24,9	0,76	2,18	—	—	15,9	0,53	1,50	—	(6,0)	1
54	28	22,3	23,6	0,81	3,56	—	—	10,3	0,36	1,60	—	(6,5)	2
61	25,2	23,1	26,9	0,83	1,86	6,78	8,74	15,4	0,51	1,10	4,3	5,7	3
52	27,5	23,8	40,3	1,22	3,11	8,08	9,76	14,3	0,64	1,60	4,0	5,0	4
74	20,4	15,6	25,0	1,08	1,28	5,47	7,54	15,1	0,80	0,95	4,1	5,2	5

Bemerkung: Die Zahlen in Klammern sind geschätzt nach der durchschnittlichen Ausnützung der Asche (Tabelle VI).

Tabelle IV.

Tag-Urin							Nacht-Urin						Versuchspersonen
Gesammtmenge	specif. Gewicht	stündl. Menge	mittl. Zahl der Entleerungen	Menge einer Entleerung			Gesammtmenge	specif. Gewicht	stündl. Menge	mittl. Zahl der Entleerungen	Menge einer Entleerung		
				Mittel	Min.	Max.					Mittel	Max.	
957	1011	70	4,2	228	53	420	513	1011	49	—	—	—	1
1296	1006	95	6,5	199	26	435	374	1012	36	—	—	—	2
1258	1009	97	7,5	214	22	302	350	1012	32	1	350	502	3
1286	1007	99	9,0	182	41	217	350	1012	32	3	117	—	4
1141	1008	88	14,2	102	39	139	302	1013	27	3	101	—	5

Bemerkung: Kind Nr. 1 und 2 entleerten Nachts meist nur einmal Urin, da mir jedoch Notizen fehlen, kann die genaue Zahl für die mittlere Zahl der Entleerungen beim Nacht-Urin nicht gegeben werden.

Tabelle V.

Einzelne Urinentleerungen während des Tages.

Von den Entleerungen betrugen	Versuchsperson 1	Versuchsperson 2	Von den Entleerungen betrugen	Versuchsperson 3	Versuchsperson 4	Von den Entleerungen betrugen	Versuchs-Person 5
über 300 ccm . .	6	4	über 200 ccm . .	13	2	über 100 ccm . .	11
in %	35	15	in %	43	5	in %	19
zwischen 100 u. 300 ccm	8	20	zwischen 100 u. 200 ccm	7	29	zwischen 50 u. 100 ccm	37
in %	46	77	in %	23	81	in %	65
unter 100 ccm .	3	2	unter 100 ccm .	10	5	unter 50 ccm . .	9
in %	19	8	in %	33	14	in %	16
Zahl der beobachteten Entleerungen	17	26	—	30	36	—	57

Tabelle VI.

Verhältnisszahlen.

	1	2	3	4	5	Erwachsener Mittel	Erwachsener Min.	Erwachsener Max.
Auf 100 Nahrungsfixa kommen Kothfixa	7,1	4,4	6,5	6,8	6,7	8,4	7,7	10,2
Auf 100 Stickstoff der Nahrung kommt Stickstoff im Koth .	5,2	3,3	5,5	8,0	9,3	8,3	6,5	12,0
Auf 100 Fett der Nahrung kommt saurer Aetherextract im Koth	—	—	5,8	6,1	5,8	5,1	3,3	7,1
Auf 100 Asche der Nahrung kommt Asche im Koth . .	—	—	48,3	48,5	46,8	47,1	44,5	48,8
Auf 1000 Wasser der Nahrung kommt Urin	869	928	870	873	834	—	—	—
Auf 100 Stickstoff der Nahrung kommt Stickstoff im Urin .	94,8	88,3	117,2	106,3	106,7	—	—	—
Auf 100 Stickstoff der Nahrung kommt Stickstoff in Urin und Koth zusammen	100,0	91,6	122,7	114,3	116,0	—	—	—

Bemerkung: Die Angaben für den Erwachsenen sind von Rubner (Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 130). Sie beziehen sich auf vier Individuen, welche Milchmengen von 1025 bis 4100 tranken (in 24 Stunden). Die Versuchsreihen sind meist nur eintägige.

Die Ausnützung der Kuhmilch im 1. Lebensjahre ist sehr verschieden. Sie scheint in den ersten Lebensmonaten viel ungünstiger zu sein als in der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahres und ist in hohem Grade abhängig von der absoluten Menge der 24stündigen Zufuhr und von der Form, in welcher die Milch dargereicht wird. Starke Verdünnung mit Wasser scheint der Ausnützung günstig zu sein. — Eine gründliche Erforschung dieser Verhältnisse ist ein dringendes Bedürfniss der Kinderheilkunde.

Da bei meinen Versuchen die ausgeschiedene Kohlensäure und das Haut- und Lungenwasser nicht direct bestimmt sind, vermögen dieselben kein ganz genaues Bild des Gesammtstoffwechsels bei Milchnahrung zu geben. Immerhin aber ist es von Interesse zu berechnen, wie viel einerseits die zugeführte Nahrung, andererseits Urin und Koth an Wasser und den Elementen C, H und O enthielten[1]; man kann so ermitteln, wie viel Wasser und wie viel Kohlensäure zur Ausscheidung durch Haut und Lunge von der Nahrung geliefert werden können. Ich habe in einer früheren Arbeit auf Grund einer 20tägigen Versuchsreihe die 24stündige Kohlensäure- und Wasserausscheidung durch Haut und Lunge für die Kinder berechnet, unter der Voraussetzung, dass sich die Kinder bei der durch Analysen in ihrer Zusammensetzung bekannten gemischten Kost eben erhalten haben, und es ist anzunehmen, dass die gefundenen Zahlen die factisch ausgeschiedene Kohlensäure und das Haut- und Lungenwasser gut repräsentiren. Die folgende Tabelle nun enthält die Kohlensäure und das Haut- und Lungenwasser, welches durch die zugeführte Milch und das zugeführte Wasser geliefert werden konnte; die Zahlen in Klammern sind die entsprechenden Werthe bei gemischter Kost.

---

1) Die Berechnung der Elemente von Urin und Koth geschah, bei bekanntem Stickstoff-, resp. Stickstoff- und Aschegehalt, nach den Angaben Voit's über die mittlere Zusammensetzung der Urin- und Kothfixa beim Menschen bei gemischter Kost (Ztschr. f. Biologie Bd. 2 S. 471 u. 489).

	Versuchspersonen					Das Durchschnittskind
	1	2	3	4	5	
Kohlensäure . . .	372 (614)	413 (505)	415 (528)	366 (418)	397 (395)	395 (492)
Haut- und Lungenwasser	266 (531)	186 (488)	300 (528)	274 (406)	314 (358)	268 (462)
24stündige Veränderung des Körpergewichtes **bei Milch**kost	— 160	— 182	— 122	— 5 resp. — 39	+ 6	— 113

Bemerkung: Gewichtsabnahme des Kindes Nr. 4 wird in Berücksichtigung der Kothwerthe in Tab. II u. III besser zu 39 g, als zu 5 g angenommen.

Das Durchschnittskind hat täglich verzehrt 9,43 Stickstoff, durch Koth und Urin ausgeschieden 9,97 Stickstoff, hat also um 0,54 Stickstoff mehr ausgeschieden als aufgenommen. — Dass Kinder (vom 4. Lebensjahre an) beim Uebergang von gemischter Kost zu reiner Milchnahrung ausnahmslos an Gewicht verlieren, hat auch Schabanowa bei ihren Versuchen gefunden.

Analysen.

a) Von der Milch eines jeden Versuchstages wurde eine Probe von 40 ccm passend conservirt, am Ende der Versuche wurden alle vier Proben gemischt und diese Mischung weiter bearbeitet.

1. Zwei Trockenbestimmungen geben 12,08 und 12,20 % Fixa, im Mittel also 12,14 %.

2. Eine Bestimmung des Kaseïns und Fettes nach Hoppe-Seyler ergab 3,747 % Alkohol- und Aetherextract und 2,900 % fettfreies Caseïn.

3. Eine Fettbestimmung durch Behandeln der Milch mit 10proc. Aetznatronlösung und mit Aether ergab 3,805 % Aetherextract.

4. Eine Verbrennung der Milchfixa mit chromsaurem Blei im Kohlensäurestrom ergab einen Stickstoffgehalt, auf frische Milch berechnet, von 0,470 %; $0{,}470 \times 6{,}25 = 2{,}94$ % Eiweiss.

5. Eine Verbrennung der Milchfixa in einem Muffelofen bei ganz dunkler Rothglut ergab einen Gehalt der frischen Milch von 0,58 % Asche.

b) Der Urin eines jeden Versuchstages wurde nach der Methode von Hüfner mit unterbromigsaurem Natron analysirt. Ausserdem wurde von jedem Urin eine Probe weggenommen und zunächst in wohlverschlossener Flasche über Eis aufbewahrt. Am Ende der Versuche wurden alle Proben (welche von demselben Kinde herstammten) im richtigen Verhältnisse vermischt, so dass das Gemisch den Durchschnitts-Urin der vier Versuchstage repräsentirte; sodann wurde dasselbe in zugeschmolzenen Glasröhren, in welchen es 40 Minuten gekocht worden war, aufbewahrt. Im October 1881 wurden diese Misch-Urine weiter analysirt, sie hatten sich gut conservirt und reagirten noch neutral wie die frischen Urine. — An einem und demselben Tag wurde eine Analyse des Misch-Urins nach der Methode von Hüfner und eine Stickstoffbestimmung mit Natronkalk gemacht. Der Stickstoffgehalt des Misch-Urins, nach Hüfner untersucht, differirte bei Kind Nr. 3 um —1,0 %; bei Kind Nr. 4 um + 3,9 % und bei Kind Nr. 5 um + 1,7 % von dem Stickstoffgehalt, welcher aus den im Juni gemachten Analysen der vier einzelnen Tages-Urine für den Durchschnitts-Urin berechnet wurde. Der Stickstoffgehalt der Misch-Urine wurde durch die Natronkalkverbrennung um 10,5 %, um 9,0 % und um 8,3 % grösser gefunden, als durch die Methode von Hüfner. — Von dem Misch-Urin des Kindes Nr. 5 wurde auch eine Aschenbestimmung gemacht. 10 ccm desselben wurden im Wasserbade getrocknet und sodann im Muffelofen verbrannt. Sie lieferten 0,045 Asche. Gleichzeitig wurden 1,624 Chlornatrium in den Ofen gebracht, das Salz schmolz nicht, sondern sinterte nur zusammen; es wog nach der Verbrennung 1,619 und hatte demnach 0,3 % verloren. Nach Tab. I und III hat Kind Nr. 5 11,1 Asche zugeführt und 5,2 Asche im Kothe ausgeführt. 5,9 Asche käme demnach auf den 24stündigen Urin, wenn der Aschegehalt des Körpers unverändert geblieben wäre. Nach der Analyse kommen aber auf den 24stündigen Urin 6,5 Asche. Das spec. Gewicht des Durchschnitts-Urines von Kind Nr. 5, aus den Aräometerbestimmungen der vier einzelnen Tage berechnet, beträgt 1,008. Eine Bestimmung des spec. Gewichtes des Misch-Urines, unmittelbar vor der Veraschung mit der chemischen Wage gemacht, ergab 1,0087. Aus dem Stickstoffgehalt dieses Urines

berechne ich auf 1000 ccm Urin 13,8 g organische Substanz; der Aschegehalt von 1000 ccm beträgt 4,5 g; die Gesammtmenge der Fixa demnach 18,3 g.

c) Von jeder Kothentleerung wurden drei Proben genommen, nämlich vom Anfang, Mitte und Ende der Entleerung, und bei 105° vollkommen getrocknet. Die Kothfixa der einzelnen Entleerungen (welche von demselben Kinde herstammten) wurden nach Beendigung der Versuche verhältnissmässig gemischt und in gut verschlossnen Fläschchen bis Ende Juli aufbewahrt. Zu dieser Zeit wurden folgende Analysen gemacht:

1. Eine Stickstoffbestimmung durch Verbrennen im Kohlesäurestrom mit chromsaurem Blei. Die Kothfixa enthielten bei Nr. 3 3,31 %; bei Nr. 4 4,45 %; bei Nr. 5 5,31 % Stickstoff.

2. Eine Aschebestimmung durch Verbrennen im erwähnten Muffelofen. Die Kothfixa enthielten 34,7 %, 35,5 %, 37,0 % Asche.

3. Eine Fettbestimmung. Der möglichst fein gepulverte Koth wurde zuerst mit Aether vollkommen ausgezogen, das Extract getrocknet und gewogen. Sodann wurde der (bereits mit Aether extrahirte) Koth mit einigen Tropfen concentrirter Salzsäure befeuchtet und von Neuem mit Aether ausgezogen; unter „saurem Aetherextract“ verstehe ich die Gesammtmenge, welche sich durch Behandlung mit Aether allein und sodann mit Säure und Aether erhalten lässt. Die Fettbestimmungen wurden mit jedem Koth 3mal gemacht und als definitiver Werth das arithmetische Mittel genommen, da die einzelnen Analysen nicht genau unter sich stimmen. Je nach dem Wassergehalt von Aether und Salzsäure werden dem Koth offenbar ausser Cholestearin, Fett und Fettsäure auch andere Stoffe in wechselnder Menge entzogen. Die Kothfixa enthielten Aetherextract: 7,4 %, 11,3 % und 6,3 %; sauren Aetherextract: 26,9 %, 29,2 % und 26,8 %.

Die Einäscherungen, die Stickstoffbestimmungen nach Dumas und je eine Fettanalyse des Kothes sind im Laboratorium des Herrn Prof. Hüfner gemacht worden.

Ueber Azoospermie bei gesunden und kranken Menschen nebst einigen Bemerkungen zur pathologischen Histologie des menschlichen Hodens.

Von

Dr. August Busch

aus Lübeck.

(Aus dem Pathologischen Institute zu München.)

(Mit Tafel III.)

Die Frage nach der Zeugungsfähigkeit oder Unfähigkeit eines Mannes ist nach verschiedenen Richtungen von der weitgehendsten Bedeutung. Ganz abgesehen von dem natürlichen Interesse, welches diese Frage für jeden Menschen bietet, greift dieselbe stark über auf praktische sociale Verhältnisse — ich erinnere nur z. B. an die, oft geradezu als Unglück zu bezeichnende Kinderlosigkeit der Ehen — und mehr noch auf juridische Verhältnisse, wie Fälle von Vaterschaftsklagen, Unzucht aller Art, Ehescheidungsklagen etc.

In beiden erwähnten Richtungen, social wie juridisch, ist mit Rücksicht auf den gebrauchten Ausdruck „Zeugungsfähigkeit des Mannes" die in neuerer Zeit erfolgte strenge Begrenzung und das scharfe Auseinanderhalten der Begriffe „Impotenz" und „Sterilität" von grösster Wichtigkeit. Der Kernpunkt der Unterscheidung ist hier der, dass der Zustand der Impotenz das Zustandekommen einer Cohibitatio lege artis, sei es aus psychischen oder mechanischen Gründen (letztere sind Bildungsfehler oder erworbene Zustände) ausschliesst; dagegen bei der Sterilität des Mannes die betreffenden Individuen wohl die genügende Potentia coeundi besitzen, aber ein nicht befruchtungsfähiges Sperma liefern. Vorausgesetzt ist hierbei die Richtigkeit der allgemeinen und wohl zweifellos feststehenden

Ansicht, dass ohne das Vorhandensein lebender, sich bewegender Spermatozoen niemals eine Befruchtung stattfinden kann. Die Impotenz erforschen wir dementsprechend im einzelnen Falle aus der Anamnese oder aus der localen Untersuchung; die Sterilität kann einzig und allein mit Hilfe des Mikroskops präcise diagnosticirt werden, nämlich durch den Nachweis, dass einem Sperma das befruchtende Princip, die Spermatozoen gänzlich fehlen, oder dass letztere, wie in selten beobachteten, noch etwas dunklen Fällen, qualitativ verändert sind. Der erstere Zustand, das Fehlen der Samenfäden wird von den neueren Autoren mit dem Namen Azoospermie bezeichnet.

Allerdings kannte schon Ephesius Rufus ohne Mikroskop einen ähnlichen Zustaud aus rein praktischer Erfahrung, indem er erzählt: Eunuchi quidem semen sed infecundum ejiciunt — natürlich Secrete der accessorischen Geschlechtsdrüsen, die ja auch sonst stets ihren Segen zu dem grossen Acte geben. Aehnlich erzählt in neuester Zeit Pelikan [1]) von den Skopzen, einer religiösen Secte in Russland, deren Mitglieder es als ein besonders gottgefälliges Werk betrachten, sich die Genitalien in verschiedentlicher Weise zu verstümmeln, dass manche dieser wunderbaren Heiligen, denen beide Hoden fehlten, noch Erectionen bekamen und dass sogar einzelne derselben sich verheiratheten.

Die Erkenntniss der Sterilität beim Manne und die Erforschung ihrer Häufigkeit hat ihren Werth in practischer Beziehung namentlich in Erwägung dessen, dass früher in fast allen Fällen von Kinderlosigkeit der Ehen, wo nicht geradezu Impotenz des Mannes nachzuweisen war, die Schuld auf Seiten der Frau gesucht und in Folge dessen bei dieser wohl oft eine vergebliche Therapie eingeleitet wurde. Deshalb stammen auch fast alle bisherigen Untersuchungen über diesen Punkt theils von Frauenärzten, theils wegen der oben erwähnten juridischen Beziehungen von Gerichtsärzten.

Als einer der ersten, welche sich ausführlicher mit dieser Sache beschäftigten, untersuchte Casper [2]) das Sperma von 33 durch Unglücksfälle oder nach ganz kurzer Krankheit zu Grunde gegangenen

1) Pelikan, Das Skopzenthum in Russland. Giessen 1876.

2) Casper, Handb. d. gerichtl. Medicin Bd. 1 S. 140 ff. Berlin 1860.

Männern. Sein Resultat war: keine Spermatozoen in 11 Fällen, darunter der jüngste ein 14½jähriger, wenige in 13 Fällen, viele in 9 Fällen, unter letzteren ein 94jähriger. Die übrigen waren im Alter von 16—68 Jahren.

Dagegen behauptet Liégeois[1]) auf Grund von Untersuchungen am Sperma Lebender, beim gesunden Erwachsenen seien stets Samenfäden zu finden; Casper habe meist in Fällen untersucht, wo gewaltsame Todesursachen vorgelegen hätten, und da sei Samenergiessung post mortem (?) nichts seltenes[2]).

Liegéois fand angeblich selbst bei sehr jungen Leuten im Alter von 14—16 Jahren, ebenso bei alten Leuten Spermatozoen. Auch zieht dieser Beobachter aus einzelnen Untersuchungen bei Individuen mit acuten und chronischen Krankheiten den Schluss, dass diese Processe die Bildung der befruchtenden Elemente nicht aufheben, vermisste dagegen letztere gänzlich bei einem kinderlosen, kräftigen Cryptorchen. Ausserdem sah Liégeois unter 21 Fällen von Azoospermie durch Versperrung der Samenleiter 13 mal die geschlechtliche Leistungsfähigkeit völlig ungestört; nur 8 mal war dieselbe mehr oder weniger reducirt, aber keineswegs aufgehoben.

Levy[3]) berichtet über 2 von ihm beobachtete Fälle von Unfruchtbarkeit in mehrjähriger Ehe durch Schuld der betreffenden Ehemänner. In dem einen Falle war der rechte Hode gross, sehr hart und empfindungslos, der linke ganz atrophisch, in dem andern Falle keine Veränderung an den Genitalien; bei beiden keine Spur von Spermatozoiden bei mehrfacher Untersuchung unmittelbar post coitum.

Die ausgedehntesten Untersuchungen an Lebenden stellte bis jetzt Kehrer[4]) an, welcher schon früher behauptet hatte, dass ¼,

---

1) Liégeois, Veränderung des Samens in Krankheiten. Ref.: Virchow's Jahresber. für 1869 Bd. 1 S. 257.

2) Es ist doch wohl eine etwas gesuchte und wenig stichhaltige Behauptung, dass wegen eines einmaligen, obendrein nur wahrscheinlichen Samenergusses in so relativ häufiger Zahl keine Spur von Samenfäden gefunden wurde.

3) Levy, Mikroskop und Sterilität. Aerztl. Intelligenzbl. München 1879. Nr. 1 und 2.

4) Kehrer, Zur Sterilitätslehre. Beiträge zur klinischen und experimentellen Geburtskunde und Gynäkologie Bd. 2 Heft 1 S. 76 ff. Giessen 1879.

wenn nicht mehr, aller Fälle von Sterilitas matrimonii auf die Männer, namentlich deren Azoospermie zurückzuführen sei. Kehrer untersuchte in 40 Fällen von Sterilitas matrimonii, in denen auf Seiten der Frauen nachweisbar nichts Pathologisches vorlag, das Sperma der Männer mikroskopisch, „gleichgültig ob Verdachtsgründe betreffs der Qualität desselben bestanden oder nicht". In diesen 40 Fällen von meist vieljähriger Sterilität der Ehen bestand 14 mal Azoospermie, darunter 9 mal permanent. Es kommt nach Kehrer auch Azoospermie vor in Fällen, wo weder die Anamnese noch die Untersuchung der Genitalien noch die makroskopische Betrachtung des Sperma irgendwelche Verdachtsgründe ergaben; wo der Coitus ohne Schwierigkeit und mit reichlicher Ejaculation ausgeführt wurde. Zu betonen ist, dass bei den 14 Fällen von Azoospermie 8 mal frühere Gonorrhoe zugegeben wurde, meist mit Orchitis complicirt, letztere jedoch meist nur einseitig. Anschliessend an diese Beobachtungen über Azoospermie meint dann Kehrer mit allerdings sehr berechtigter Maassen vorsichtiger Ausdrucksweise: „Sollte einmal der Standpunkt zur Geltung kommen, dass, ganz abgesehen von idealen Seiten, einfach praktisch, menschlich und juristisch genommen, ein Hauptzweck der Ehe in legitimer Kinderzeugung zu suchen sei, dann würde auch die Frage nach dem Bestehen einer durch öftere Samenuntersuchungen festgestellten Azoospermie eine praktische, juristische Bedeutung gewinnen."

Fürbringer[1]) hat, abgesehen vom höheren Greisenalter, bei der Untersuchung von 41 Leichen (nach den verschiedensten acuten und chronischen Krankheiten) 10 mal gar keine, 17 mal nur spärliche Spermatozoen gefunden. Derselbe Forscher beobachtete 10 Fälle von Spermatorrhoe, einen solchen von Azoospermatorrhoe, d. h. spontanen Samenfluss mit Fehlen der befruchtenden Elemente.

In allerjüngster Zeit berichtet endlich noch Sinéty[2]) von 3 Fällen kinderloser Ehen, in welchen dem Weibe wegen Mangels jeder Abnormität und nach mehrmaligem Fehlschlagen künstlicher

1) Fürbringer, Ueber Spermatorrhoe und Prostatorrhoe. Volkmann's Samml. klin. Vortr. Nr. 207.

2) Sinéty, Beobachtungen über Sterilität beim Manne. Ref.: Wiener Medic. Wochenschrift (1882) Nr. 17 S. 502.

Befruchtungsversuche keine Schuld an der Sterilität zugeschrieben werden konnte, dagegen sämmtliche Spermatozoen der 3 Ehemänner, von denen 2 Phthisiker, einer sonst sehr herabgekommen war, bei der gleich nach der Ejaculation vorgenommenen Untersuchung schon bewegungslos waren oder kurz nachher keine Bewegung mehr zeigten.

Nicht unerwähnt lassen will ich schliesslich die recht interessanten Thierversuche, welche Plönnies[1]) im Anschluss an künstliche Befruchtungsversuche an Hunden machte. Derselbe prüfte nämlich an seinen Versuchshunden den Einfluss, welchen die zu häufig wiederholte Samenentleerung auf den Gehalt des Samens an Spermatozoen ausübte. Das Sperma wurde meist durch elektrische Reizung des Rückenmarks erhalten, indem die Elektroden in der Gegend des Kreuzbeins aufgesetzt wurden (Nervi erigentes) in andern Fällen durch directe mechanische Reizung der Glans. Das Hauptresultat dieser Versuche war: häufige, in kurzen Zwischenräumen einander folgende Samenentleerungen verursachen bedeutende Abnahme an Menge des Sperma und an Samenfäden in denselben bis zu gänzlichem Fehlen der letzteren. Auch bei dem bestgenährten Thier tritt auf wiederholte Reizung der Zeitpunkt ein, wo die Samenentleerung ihre Grenze erreicht. Es kann also, wie Plönnies betont, sehr wohl normale Erection nebst Ejaculation zu Stande kommen, ohne dass das entleerte Sperma das befruchtende Princip enthält.

Andrerseits beobachtet man in der Thierzucht öfters, dass eine übermässige Anstrengung des männlichen Zeugungsvermögens keine Sterilität, wohl aber eine schwächliche, pathologisch belastete Nachkommenschaft bedingt. So erzählt Settegast[2]) von einem Schafzüchter, der im Verlaufe von 4 Wochen 170 Mutterschafe von einem einzigen Bocke erfolgreich belegen liess. Der Bock blieb gesund und zeugungsfähig, aber die von ihm in so kurzer Zeit erzeugten Lämmer verfielen grösstentheils früher oder später der Traberkrankheit, einer Art von Tabes dorsalis.

---

1) Plönnies, Künstliche Befruchtung einer Hündin nebst Untersuchungen auf Spermatozoen. Inauguraldissertation. Rostock 1876.

2) Settegast, Die Thierzucht (1878) 4. Aufl. S. 117. Citat nach Bollinger: „Ueber Vererbung von Krankheiten“. Beiträge zur Biologie. Jubiläumsschrift für Geheimerath v. Bischoff.

Alle diese, theils klinisch, theils post mortem vorgenommenen Untersuchungen — abgesehen von den zuletzt erwähnten Thierversuchen — haben also hauptsächlich als Resultat ergeben, dass Fälle von Azoospermie und der dadurch bedingten Sterilität auf Seiten des Mannes theils bei allgemeinen oder localen pathologischen Zuständen, theils aus bisher noch nicht erklärten Ursachen vorkommen, und zwar häufiger als man wohl im Allgemeinen anzunehmen geneigt ist.

Auf Anregung von Seiten des Hrn. Prof. Bollinger untersuchte nun Verfasser auf das quantitative Vorhandensein von Spermatozoen bei sämmtlichen männlichen Leichen, welche während eines längeren Zeitraumes im pathologischen Institut zu München zur Section kamen, und zwar ohne Auswahl der Fälle. Die sämmtlichen Untersuchungen wurden in den ersten 24—36 Stunden nach dem Tode des Individuums gemacht, und zwar an beiden Hoden, Nebenhoden und Vasa deferentia; in einzelnen Fällen wurden dieselben auch auf den Inhalt der Vesiculae seminales ausgedehnt. Ich lasse hier die Fälle selbst folgen; dieselben sind, einem praktischen Bedürfniss entsprechend, je nach der Dauer der voraufgegangenen Krankheiten in 3 Klassen eingetheilt. Der Befund ist bezeichnet mit: keine, sehr wenig, wenig, viele, sc. Spermatozoen. Die angegebenen Gewichte beziehen sich auf den Hoden sammt Nebenhoden bis zum deutlichen Abgang des Vas deferens [1]).

I. Plötzlicher Tod durch Unglücksfall oder Selbstmord.

Fall 1. Tagelöhner, 16 J. Commotio cerebri. Kam moribund ins Spital, verstarb nach ½ Stunde. Lungenödem. Kräftiger Körper. K. 44 Kilo. r. H. 16,1 [2]). l. H. 13,3. r. V. d. keine, l. V. d. sehr viele Sptzn., zum Theil noch in lebhafter Bewegung. Beide N.-H. wenig Sptzn. H. prall, mässig blutreich. Durchschnitt blass-grau-röthlich.

Fall 2. Metzger, 22 J. Vulnus sclopet. capit. Sehr kräftig gebauter Körper, starkes Fettpolster und Musculatur. K. 68½. r. H. 23,1. l. H. 21,8. Im r. V. d. wenig, im l. V. d. viele Sptzn. In den Vesiculae semin. sehr viele. Beide N.-H. wenig.

---

1) Abkürzungen: r. H. = rechter Hode, l. H. = linker Hode. N.-H. = Nebenhode. V. d. = Vas deferens. Sptzn. = Spermatozoen. K. = Körpergewicht in Kilo.

2) Gewicht der Hoden in Gramm.

Fall 3. Bräugehilfe, 25 J. Ziemlich kräftiger Körper, Fettpolster mässig, Musculatur gut entwickelt. Fractura bas. cran. Commotio cerebri. K. 54. r. H. 23,0. l. H. 23,8. Ueberall sehr wenig Sptzn.

Fall 4. Zimmermann, 32 J. Verunglückt bei einem Neubau. Grosser, kräftig gebauter Körper. Gut entwickeltes Fettpolster und Musculatur. K. 70. r. H. 7,0. l. H. 21,8. Rechtsseitiger Scrotalbruch, in Folge dessen Atrophie mit vollständiger Functionslosigkeit des r. H. Links wenig Sptzn. Beide H. sehr blutarm, von blassgrauer Farbe.

Fall 5. Kaufmann, 35 J. Vulnus sclopet. capit. Tod nach 6 Tagen. Eitrige Meningitis, Cor adipos. Sehr kräftiger Körper, stark entwickelte Musculatur. K. 62. r. H. 24,2. l. H. 23,0. Befund: r. V. d. keine. l. V. d. sehr wenig. Beide N.-H. sehr viele.

Fall 6. Tapeziermeister, 40 J. Suicidium durch einen Revolverschuss. Tod nach 2 Stunden. Cor adipos., Pachymeningitis et Leptomeningitis chronic. Kräftiger Körper, Fettpolster und Musculatur reichlich. K. 60. r. H. 20,7. l. H. 18,8. Rechts viele, links sehr wenig Sptzn.

Fall 7. Bräugehilfe, 55 J. Potator. Kräftig gebauter, wohlgenährter Körper. Tod durch Ertrinken. Cor bovinum, Lebercirrhose, Stauungsnieren, chronische Leptomeningitis, doppelseitiger Scrotalbruch. Ein Hode 22,0. Befund: wenig.

Resultat: Unter 7 Fällen viele Spermatozoen 4 mal, wenig 3 mal, keine 0 mal.

II. Tod durch acute Krankheiten, die muthmasslich nicht über vier Wochen dauerten.

Fall 8. 17 J. Kräftiger Körper, sehr geringes Fettpolster. Tod an Typhlitis stercoralis mit Perforation des Proc. vermif. und jauchiger Peritonitis. K. 50. r. H. 14,0. l. H. 21,0. Am l. N.-H. eine linsengrosse Cyste mit hellem zähen Inhalt, wenig Sptzn. In beiden V. d. viele, in beiden H. und N.-H. wenig.

Fall 9. Maler, 21 J. Ziemlich kräftiger Körper. Parotitis mit ausgedehnter Phlegmone und Fäulnissemphysem. Ziemlich kräftiger Körper. K. 44½. r. H. 18,7. l. H. 18,9. Befund: theils wenig, theils sehr wenig.

Fall 10. Zinngiesser, 22 J. Tod nach Herniotomie an Peritonitis septica. K. 49. l. H. 9,7. H. klein und schlaff, mässig blutreich. Ueberall keine Sptzn.

Fall 11. 25 J. Acute Desquamativ-Pneumonie in allen 5 Lappen. Tuberculöse Geschwüre an der Ileocoecalklappe. Alte käsige Heerde in beiden Lungenspitzen. K. 52. r. H. 16,8. l. H. 14,7. Beide schlaff. Befund: r. V. d. sehr viele. l. V. d. wenig. Beide H. und N.-H. wenig.

Fall 12. 27 J. Pleuritis duplex, Icterus catarrhalis. Ziemlich kräftiger Körper, stark entwickelte Musculatur. K. 57½. r. H. 11,9. l. H. 11,6. Die H. prall, saftreich, blass-grau. Rechts sehr viele, links viele Sptzn.

Fall 13. Dr. med., 31 J. Thrombos. art. brach., Gangraena manus dextr., Amputat. antibrach., Endocarditis, Pleurit. dextr. Ziemlich bedeutende Abmagerung, Hautdecken sehr blass. K. 57. r. H. 16,9. l. H. 18,2. H. schlaff, Durchschnitt dunkel-braunroth. r. V. d. viele. Sonst keine.

Fall 14. Schäfflergehilfe, 32 J. Basilarmeningitis, Schrumpfniere, Myocarditis. Sehr kräftiger Körper, gut entwickeltes Fettpolster, reichliche Musculatur. K. 51. r. H. 19,8. l. H. 17,7. H. prall, saftreich, blassgraue Farbe. Rechts wenig, links viele Sptzn.

Fall 15. Knecht, 33 J. Stark abgemagerter Körper. Fettpolster geschwunden, Musculatur atrophisch. K. 35½. Amput. femor. dextr., Septico-Pyämie, alte cirrhotische Heerde in den Lungen, Pleuritis sicca, Herzatrophie. H. mässig prall, blut- und saftarm, Durchschnitt blass, hellgrau, überall keine Sptzn.

Fall 16. Arbeiter, 49 J. Croupöse Pneumonie, Pleuritis, Bronchitis. Kräftiger Körper, Musculatur gut. K. 59. r. H. 16,2. l. H. 16,5. H. schlaff, blutarm, Gewebe brüchig, körnig getrübt, in fettiger Degeneration. l. V. d. sehr wenig, sonst keine. In den V. d. meist Fett und Epithelien.

Fall 17. Metzger, 52 J. Mittelmässiger Ernährungszustand, Musculatur blass, anämisch. Allgemeine acute Miliartuberculose, Pleuritis, Cor adipos. K. 51. r. H. 18,9. l. H. 17,6. H. schlaff, blut- und saftarm., Durchschnitt grau-rosa. l. V. d. wenig Sptzn., sonst gar keine.

Fall 18. 55 J. Apoplexia cerebri, chronische Endocarditis, Emphysema pulm., Granular-Nieren. Kräftiger Körper, Musculatur stark, Fettpolster mässig. Allgemeine Anämie. K. 54. r. H. 17,7. l. H. 18,2. An den Köpfen beider N.-H. bohnengrosse Cysten mit vielen Sptzn. In beiden H. und N.-H. wenig.

Fall 19. Knecht, 61 J. Apoplex. cerebr., Emphys. pulm., hämorrh. Infarcte in den Lungen, Herzhypertrophie, Schrumpfniere. Abgemagerter Körper, Musculatur und Fettpolster vollkommen atrophisch. K. 51½. r. H. 11,3. l. H. 11,8. In beiden V. d. sehr viele Sptzn. In den N.-H. viele.

Fall 20. 63 J. Phlegmone antibrach. Starke Abmagerung. Anämie. K. 37. r. H. 12,8. l. H. 12,5. H. weich, blutarm, Durchschnitt grau-röthlich. Im l. V. d. sehr viele Sptzn., im übrigen wenig.

Fall 21. Schuhmacher, 67 J. Pneumon. croupos., Myodeg. cord., Schrumpfnieren, Milztumor. Musculatur gut, Fettpolster atrophisch. K. 64. r. H. 15,2. l. H. 26,2. r. H. schlaff, blutreich. Durchschnitt livid., bläulichgrau, von gallertigem Glanz und Consistenz (Angiom. s. Fig. 3). Rechts

überall keine. l. H. prall, auffallend gross, blutreich, Durchschnitt graurötblich. Sehr viele Sptzn. links.

Resultat in 14 Fällen: Keine Spermatozoen 2mal, wenige 3mal, viele 9mal.

III. Tod durch chronische Krankheiten.[1])

a) Phthisis.

Fall 22. Steinmetz, 17 J. Rippencaries, Lumbalabscess, linksseitiger Pneumothorax. K. 28. r. H. 8,8. l. H. 8,5. l. V. d. wenig, sonst keine Sptzn.

Fall 23. Metzger 19 J. K. 42. r. H. 13,1. l. H. 13,7. H. schlaff, Gewebe fest. Nirgends eine Spur von Sptzn.

Fall 24. Kürschner, 19 J. Desquamat.-Pneunomie, verkäste Lymphdrüsen, Pleuritis sin. K. 45. r. H. 11,0. l. H. 10,7. H. schlaff, sehr blutarm, leichtes Oedem in den Hüllen, Farbe blass grau-rosa. Ueberall keine.

Fall 25. Maurer, 19 J. Anasarka der Extremitäten. Eichel und Hodensack stark geröthet. K. 54. r. H. 19,5. l. H. 16,9. H. mässig blutreich, schlaff, von hell-braunrother Farbe. Gar keine Sptzn.

Fall 26. Student 20 J. Phth. p., Pleuritis, Pericarditis. Musculatur ziemlich gut entwickelt. K. 66. r. H. 17,3. l. H. 16,8. Befund: rechts sehr wenig, links keine.

Fall 27. Forstpracticant, 21 J. Phth. p. Herzhypertrophie, Stauungsorgane, Allgemeine Tuberculose, Ascites. K. 54. r. H. 13,0. l. H. 12,5. H.-Hewebe fest, hell-braunroth. Ueberall keine Sptzn.

Fall 29. Schneider, 23 J. Phth. p., Tuberculose des Darms, Perforation des Coecum, jauchige Peritonitis, Hirnödem. K. 42. r. H. 16,8. l. H. 14,5. Befund: rechts keine, links sehr wenig Sptzn.

Fall 30. Student, 24 J. Pneumothorax, Pleuritis, Darmgeschwüre, Oedem der Extremitäten. K. 67½. r. H. 19,2. l. H. 17,6. H. blutreich, ziemlich prall, hellgrau-röthliche Farbo. Im l. H. mehrere erbsengrosse Tubercelknoten. Keine Sptzn.

Fall 31. Schneider, 25 J. Phth. p., Desquamative Nephritis, Hirnödem. K. 46. r. H. 13,6. l. H. 12,9. In den Vesic. semin. reichlicher, schleimiger Inhalt mit viel Fett und Epithelien, auch in den V. d. viel Fett. Nirgends Sptzn.

---

1) Den allgemeinen Ernährungszustand werde ich bei diesen Fällen nur dann verzeichnen, wenn derselbe von dem bei Phthisis gewohnten Bilde der totalen Abmagerung, der Atrophie der Musculatur und des Fettpolsters abweicht. Abkürzung: Phth. p. = Phthisis pulmonum. Die Complicationen füge ich hinzu.

Fall 32. Gärtner, 25 J. Stauungsorgane. K. 51. r. H. 16,8. l. H. 18,0. H. schlaff, blutarm, Gewebe fest, Farbe dunkelgrau-bräunlich. Gar keine Sptzn.

Fall 33. Schäfflergehilfe, 26 J. Phth. p., Myodeg. cord., Pleuritis. Kräftiger Körper, gute Musculatur, mässiges Fettpolster. K. 60. r. H. 12,4. l. H. 17,7. Befund: keine.

Fall 34. Schuhmacher, 27 J. Phth. p., Hydropericardium, Ascites. K. 44½. r. H. 12,0. l. H. 12,0. H. schlaff, blass-rosa, äusserst blutarm. Befund: Beide V. d. sehr wenig. r. N.-H. ganz vereinzelte, sonst keine.

Fall 35. Handelsmann, 28 J. Beginnende interstitielle Hepatitis, Cyanotische Induration der Nieren. K. 35. r. H. 11,5. l. H. 9,7. Ueberall keine.

Fall 36 Schuhmacher, 29 J. Phth. p., Lebercirrhose leichten Grades, Darmgeschwüre. r. H. 12,8. l. H. 9,7. K. 35½. H. weich. r. H. bräunlich. l. H. grau-roth. l. N.-H. viele Sptzn., sonst keine.

Fall 37. Maler, 29 J. r. H. 17,1. l. H. 13,7. Ueberall keine.

Fall 38. Schneider, 30 J. Aorten-Insufficienz. K. 49. r. H. 13,1. l. H. 14,1. Der r. H. auf dem Durchschnitt von blassgrauer, der l. H. von bräunlich-rother Farbe. Befund: rechts sehr wenig, links keine Sptzn.

Fall 39. Schieferdecker, 32 J. Desquamativ-Pneumonie, Hydrops univ. K. 67. r. H. 12,3. l. H. 11,8. H. schlaff, blutreich. Durchschnitt dunkel-braunroth. Befund: in beiden V. d. wenig, ausserdem keine Sptzn.

Fall 40. Hausknecht, 33 J. Phth. p., Lebercirrhose. K. 43. r. H. 17,9. l. H. 18,2. In beiden V. d. viel zähe, helle Flüssigkeit, wenig Sptzn. enthaltend, dagegen viel Fett und Epithelien. Sonst nirgends Sptzn. Auch das Hodengewebe ist mikroskopisch mit feinkörnigem Fett durchsetzt.

Fall 41. Expeditor, 33 J. Phth. p., Schrumpfnier. K. 44. r. H. 10,2. l. H. 7,8. H. ziemlich prall, klein, Durchschnitt dunkel-braunroth. Befund: rechts sehr wenig, sonst keine Sptzn.

Fall 42. Handelsmann, 34. J. Phth. p., Tubercul. Peritonitis, Pachymeningitis. K. 49. r. H. 13,0. l. H. 11,0. Beiderseits sehr wenig Sptzn.

Fall 43. Dienstmann, 35 J. Phth. p., Allgem. Miliartuberculose, Ascites. K. 43. r. H. 13,6. l. H. 13,8. H. weich, braunroth. Im r. H. ein erbsengrosser, in Verkäsung begriffener, Tuberkel. Befund: beide V. d. wenig, sonst keine.

Fall 44. Kellner, 37 J. K. 30. r. H. 12,4. l. H. 15,0. H. sehr blutarm, mässig prall; Durchschnitt sehr blass, gelblich-grau. In beiden V. d. sehr wenig, sonst keine Sptzn.

Fall 45. Hausknecht, 37 J. Linksseitiger Inguinalbruch mit Netzvorfall. K. 51. r. H. 10,0. Beide H. klein, saftarm, sehr schlaff, dunkelbraunroth. Nirgends eine Spur von Sptzn.

Fall 46. Schneider, 38 J. Phth. p., Tuberculöse Darmgeschwüre mit Perforation, Peritonitis. K. 44. r. H. 18,5. l. H. 17,2. H. prall, blutreich. Befund: r. V. d. sehr wenig, l. V. d. viele. Beide H. wenig.

Fall 47. Lehrer, 38 J. K. 51½. r. H. 13,0 l. H. 13,6. Beiderseits leichter seröser Erguss zwischen den Blättern der Tunic. vagin. propr. In den Hüllen viel Fett und sulziges Oedem. Im l. V. d. sehr wenig Sptzn., sonst keine.

Fall 48. Maurer, 40 J. Phth. p., Leichter Grad von Lebercirrhose, Darmgeschwüre. K. 47. r. H. 15,4. l. H. 15,1. Nirgends Sptzn.

Fall 49. 42 J. K. 40. r. H. 9,5. l. H. 10,0. Links nicht unbeträchtliche Verwachsungen der beiden Blätter der T. vagin. propr. H. schlaff, sehr blutarm, blassgrau. r. V. d. sehr wenig, sonst keine Sptzn.

Fall 50. Schreinergehilfe, 42 J. Phth. p., Nierencirrhose. Mässiger Ernährungszustand. K. 60. r. H. 10,8. l. H. 11,4. H. mässig prall, saftreich. Nirgends eine Spur von Sptzn.

Fall 51. 42. J. Phth. p., Stauungsleber. K. 37. r. H. 10,0 l. H. 13,0. Am l. H. starke Verwachsungen. Beiderseits wenig Sptzn.

Fall 52. 44. J. Granular-Niere. K. 40. r. H. 10,7. l. H. 10,0. Beide V. d. viele Sptzn. Sonst keine.

Fall 53. 46. J. Phth. p., Beginnende Lebercirrhose, leichter Grad von Fettleber, Frische eitrige Typhlitis. K. 48. r. H. 13,5. l. H. 13,0 H. sehr blutarm, schlaff. Befund: beide V. d. sehr wenig, ausserdem keine.

Fall 54. Schneider, 47 J. K. 30. r. H. 8,8. l. 8,3. H. sehr schlaff und klein, Farbe gräulich-braunroth. Gewebe brüchig. l. V. d. viele, r. V. d. wenig Sptzn.

Fall 55. Kellner, 47 J. Amyloide Degeneration der Nieren, Hydrops univ., Myocarditis. K. 65. r. H. 19,8. l. H. 24,5. Am l. H. unten schwielige Verdickung von etwa Haselnussgrösse. Die Hüllen ödematös. N.-H. wenig, sonst keine.

Fall 56. Schreiner, 49 J. Phth. p., Pleuritis, Darmgeschwüre mit Perforation und Peritonitis, Hydrocephalus int. K. 49. r. H. 19,0. Der vergrösserte l. H. stellt eine Cyste dar mit dicken Wandungen, welche 400g dickflüssige, grau gefärbte Flüssigkeit enthält; an einer Stelle der Wandung liegt, von dieser rings eingeschlossen, der l. H., welcher klein, blass-hellgrau, blut- und saftarm ist. In der Flüssigkeit viele Cholestearinkrystalle, formloser Detritus, Fettmoleküle. Gewicht der ganzen Haematopyocele mit H. 650g. Keine Sptzn. r. H. schlaff, blutarm, wenig Sptzn.

Fall 57. 54 J. Phth. p., Pleuritis. K. 41. r. H. 13,7. l. H. 14,1. Im r. V. d. viele, im l. V. d. ganz vereinzelte Sptzn.

Fall 58. Tagelöhner, 58 J. Mittlerer Ernährungszustand. Musculatur ziemlich gut, jedoch anämisch. Nierencirrhose, allgemeine Miliartuberculose. K. 46½. r. H. 18,2. l. H. 18,5. H. schlaff, sehr blut- und saftarm. Befund: rechts keine, links ganz vereinzelte Sptzn.

Fall 59. Gerbergehilfe, 59 J. Lebercirrhose. K. 55. r. H. 14,4. l. H. 14,1. Befund: rechts sehr viele, links viele.

Fall 60. Nagelschmied, 60 J. Atrophie des Herzens, leichte Lebercirrhose. K. 35. r. H. 16,2 l. H. 12,5. Befund: Beiderseits wenig.

Fall 61. Taglöhner, 65 J. Phth. p., Hydrocephalus int., Stauungsleber, Schrumpfniere. K. 52. r. H. 22,6. l. H. 20,7. r. V. d. viele Sptzn. links wenig, ebenso beide N.-H. und H.

Fall 62. Werkstattdiener, 68 J. Lebercirrhose. K. 45. r. H. 11,7. l. H. 10,5. Rechts Verwachsungen, links geringer seröser Erguss. H. schlaff, blutarm, dunkel-braunroth. Gar keine Sptzn.

Fall 63. Korbmacher, 72 J. Phth. p., Endocarditis fibros. chron., Atheromathose, Pachymeningitis, Hirnödem. K. 44½. r. H. 29,7. l. H. 9,3. r. H. prall, blutarm, blass-grau-gelblich. l. H. klein, sehr schlaff, blutarm. Durchschnitt schneeweiss, glänzend, gallertig. Befund: rechts sehr wenig, links keine Sptzn.

Resultat unter 42 Fällen: keine Sptzn. 14 mal, wenige 20 mal, viele 8 mal.

b) Andere chronische Fälle.

Fall 64. Metzgergehilfe, 16. J. Typhlitis recidiv., Perforation, eiterige Peritonitis. r. H. 8,7. l. H. 7,7. Befund: rechts sehr viele, links wenig.

Fall 65. 20 J. Hochgradige Abmagerung, Atrophie der Musculatur. Vulnus sclopet. seit 4 Monaten, Peritonitis. K. 33. r. H. 4,0. l. H. 13,2. Der r. H. auffallend klein, schlaff; der l. H. mässig prall, beide auf dem Durchschnitt grauweiss, saftarm. Befund: r. V. d. wenig, r. H. und N.-H. keine Sptzn. l. V. d. sehr wenig, l. H. und N.-H. ganz vereinzelte.

Fall 66. Cigarrenhändler, 25 J. Mässiger Ernährungszustand, Musculatur gut entwickelt, sehr blass. Insufficienz und Stenose der Aorta. K. 54. r. H. 10,9. l. H. 10,7. Beide V. d. wenig, r. N.-H. viele, l. N.-H. keine.

Fall 67. Zeichner, 26. J. Abgelaufener Typhus, Thrombose des l. Sinus transversus, Leptomeningitis. Ziemlich schlecht genährter Körper, geringes Fettpolster, blasse Musculatur. K. 46. r. H. 9,3. l. H. 9,9. H. schlaff, blut- und saftarm, blass-röthlich. Links wenig, rechts sehr wenig Sptzn.

Fall 68. Säcklergehilfe, 27 J. Myodegeneratio cord., Stauungsorgane, hochgradige Kyphoskoliose, sehr starke Cyanose, Hydrops univ. K. 44½. r. H. 14,3. l. H. 13,0. H. mässig prall, blutreich, Gewebe fest, blassgrau. Befund: Beiderseits viele, zum Theil noch lebende.

Fall 69. Bräugehilfe, 28 J. 6 Wochen vor dem Tode an einem Cystosarkom der Reg. axil. sin. operirt. Pleuritis et Pericarditis. K. 55.

r. H. 14,3. l. H. 5,2. r. H. blutreich, braunroth. l. H. dunkel-braunroth beide ziemlich prall. Nirgends eine Spur von Sptzn.

Fall 70. Bräugehilfe, 28 J. Potator. Sehr kräftige Musculatur, starker Panniculus. Das Herz im höchsten Grade fettig degenerirt, Lebercirrhose, Pachymeningitis chron., Pleuritis. K. 71. r. H. 18,4. l. H. 18,3. In den Hüllen viel Fett. H. prall. Aus den beiden V. d. und auch aus den H. quillt beim Durchschnitt milchiger Fettsaft in reichlicher Menge. Hochgradige fettige Degeneration. Gar keine Sptzn.

Fall 71. Privatier, 28 J. Ziemlich kräftiger Körper, gute Musculatur. Myodegeneratio cordis. Schrumpfniere, braune Induration der Lunge etc. K. 56½. r. H. 18,8. l. H. 20,2. r. V. d. milchige Flüssigkeit mit wenig Sptzn., links viele.

Fall 72. Sattler, 37 J. Ziemlich abgemagerter Körper, geringe Musculatur. Myocarditis, Schrumpfniere, leichter Grad von Lebercirrhose, Hirnödem. K. 64½. r. H. 8,5 l. H. 8,8. Beide H. klein, an beiden unten Verwachsungen und Verdickung. Durchschnitt grauröthlich, saftarm. Ueberall sehr wenige, zum Theil nur ganz vereinzelte Sptzn.

Fall 73. 35 J. 4 Monate vor dem Tode an einem Tumor am Hals operirt. Frische croupöse Pneumonie, linksseitiger Cryptorchismus. K. 41. r. H. 12,4. l. H. 4,1. Beide H. schlaff, braunroth, saftarm. Befund: Beiderseits, auch in dem extra abdomen gelegenen H. keine Sptzn. Der Betreffende war nie verheirathet.

Fall 74. Tischler, 37 J. Musculatur gut entwickelt, blutarm. Anasarka, Myocarditis chronic., Stauungsorgane, Pericarditis. K. 64. r. H. 20,8. l. H. 18,5. H. ziemlich prall, rechts leichte Verwachsungen. Rechts sehr viele, links viele Sptzn.

Fall 75. Schreiner, 38 J. Musculatur und Fettpolster vollständig atrophisch. Lebercirrhose, Schrumpfnieren, Stauungsmilz, Pneumonia croup. K. 71½. r. H. 7,3. l. H. 8,5. H. sehr schlaff, klein, blutarm; Durchschnitt dunkel-braunroth. Befund: Ueberall keine.

Fall 76. 43 J. Cirrhosis hepatis, Pleuritis. Kräftiger Körper, guter Panniculus. K. 60. r. H. 9,2. l. H. 9,2. In den Hüllen viel Fett, H. klein, schlaff, Gewebe weich, leicht zerfallend, Farbe desselben grauröthlich. Mikroskopisch viele Fett- und Eiweissmoleküle. Im r. V. d. wenig Sptzn., ausserdem keine.

Fall 77. Holzhauer, 43 J. Fettpolster und Musculatur atrophisch. Sehr grosse Leiche. Granular-Atrophie beider Nieren, Pleuritis, Bronchitis, Milztumor. K. 70. r. H. 11,6. l. H. 10,5. Nirgends Sptzn. zu sehen.

Fall 78. 44 J. Wohlgenährter, kräftiger Körper. Potator. Myocarditis chronic., Hydrops. univ. K. 72. r. H. 21,5. l. H. 21,5. H. prall, blut- und saftreich, von blass-röthlicher Farbe. Befund: rechts sehr viele, links wenig.

Fall 79. Schweizer, 45 J. Sehr kräftiger Körper. K. 76. Starkes Fettpolster, Musculatur sehr blass. Myocarditis chronic., hämorrhagische Infarcte der Lungen, Stauungsorgane, Hydrops univ. Die Mamma bildet beiderseits eine hühnereigrosse, derbe schwielige Masse. Penis sehr rudimentär. Linksseitiger Cryptorchismus. Beide H. sehr klein, auch der rechte stark adhärent. Länge des letzteren 3,5cm, Dicke 1,5cm. Gewicht 10,8g. Aus beiden V. d. entleert sich auf Druck eine geringe Menge wässriger, grünlicher Flüssigkeit, in der nur Epithelien zu sehen sind. Von Sptzn. nirgends eine Spur. Das betreffende Individuum war nie verheirathet, behauptete jedoch Erectionen gehabt zu haben, war übrigens schon damals stark mente captus. Nach Stimme, Aussehen, Mammabildung konnte man ihn auf den ersten Blick für ein Weib halten.

Fall 80. 47 J. Grosse, ziemlich kräftig gebaute Leiche, von mittlerem Ernährungszustand. Complicirte Fractura cruris, Pleuritis, Endocarditis, Granularatrophie beider Nieren. K. 55. r. H. 11,9. l. H. 9,8 H. schlaff, blut- und saftarm, dunkelgraues Gewebe. Gar keine Sptzn.

Fall 81. Kutscher, 47 J. Starke Abmagerung. Phlegmone der Lumbalgegend. Amyloide Degeneration von Milz, Nieren, Darm. K. 58. r. H. 15,0. l. H. 13,7. Befund: Beiderseits äusserst wenig Sptzn.

Fall 82. Pferdewärter, 48 J. Caries der Fusswurzelknochen. Amput. cruris, Tetanus, Sepsis. K. 42. r. H. 17,9. l. H. 13,2. H. sehr schlaff blutarm, im Zustande fettiger Degeneration. Beide V. d. enthalten reichlich dicke gelbliche Flüssigkeit. Nirgends Sptzn.

Fall 83. Hafner, 50 J. Starke Abmagerung, Fettpolster vollkommen geschwunden, Musculatur äusserst blass und atrophisch. Carcinom der rechten Nier., Pericarditis, Krebsmetastasen in den Lungen, in den Mesenterialdrüsen und in der linken Nier. K. 42. r. H. 7,5. l. H. 6,0. H. sehr klein und schlaff. Im l. V. d. einzelne Sptzn., ausserdem gar keine.

Fall 84. 51 J. Musculatur ziemlich gut entwickelt, Fettpolster geschwunden. Sarkom des Stirnlappens, in peripherer Erweichung. Lungenödem. K. 40. r. H. 25,0. l. H. 21,0. H. prall, gross. Befund: sehr viele Sptzn.

Fall 85. Kapellmeister, 52 J. Grosse, kräftig gebaute Leiche, Musculatur mässig, blass, Fettpolster gut. Phlegmone manus et antibr., Erysipelas, Cor adipos., Pachymeningitis chronic., Cirrhose der Lungenspitzen, Bronchitis, Peribronchitis etc. K. 56½. r. H. 11,1. l. H. 10,7. H. sehr schlaff, in den Hüllen viel Fett. Befund: im l. V. d. äusserst wenig (2 gesehen) sonst keine.

Fall 86. Zimmermann, 52 J. Musculatur blass, atrophisch, Fettpolster geschwunden. Hypertrophie und Myodegeneratio cordis. Lungeninfarcte. Atrophische Stauungsleber, Schrumpfnieren. Hydrops univ.,

Icterus. K. 70. r. H. 10,7. l. H. 10,5. H. klein, sehr schlaff, leicht icterisch. In den beiden V. d. ganz vereinzelte Sptzn., im Uebrigen keine.

Fall 87. . Portefeuillearbeiter, 55 J. Carcinoma oesophagi. Tod in Folge hochgradiger Inanition. Metastasen in der Leber. Hochgradig abgemagerter Körper, Schwund des Fettpolsters und hochgradige Atrophie der Musculatur. K. 32. H. weich, blut- und saftarm. r. H. 13,2. l. H. 12,1. Befund: rechts wenig, links ganz vereinzelte Sptzn.

Fall 88. Händler, 55. J. Ziemlich grosse kräftige Leiche, Fettpolster mässig entwickelt, Musculatur blass. Potator. K. 79. Atheromathose und Insufficienz der Aorta, Lungeninfarcte, Hirnatrophie. H. klein und schlaff, ödematös, ebenso die Hüllen stark sulzig ödematös. Beiderseits starke Verwachsungen der Tunica vagin. propr. Befund: rechts vereinzelte, links viele.

Fall 89. Packträger, 55 J. Gute Musculatur, aber anämisch, Fettpolster schwach. Thrombose der Art. basilaris, Myodeg. cord. adip., Lebercirrhose, leichte Atheromathose. K. 56. r. H. 17,7. l. H. 11,3. In den V. d. milchweisser Saft mit Epithelien und Fettkörnchen. Rechts sehr wenig, ausserdem gar keine Sptzn. H. schlaff, schmutzig-graubraun.

Fall 90. Taglöhner, 56 J. Starke Abmagerung, Fettpolster und Musculatur atrophisch. Chron. Myocarditis, Lungenödem, Hydrops univ. K. 52. r. H. 13,4. l. H. 11,9. H. schlaff, sehr blutarm, die Hüllen ödematös. Im Allgemeinen sehr wenig Sptzn.

Fall 91. Laborant, 58 J. Musculatur schwach, Fettpolster geschwunden. Emphys. pulm. Schrumpfnieren. K. 42. r. H. 19,1. l. H. 18,4. Befund: rechts wenig, links viele Sptzn.

Fall 92. Bäcker, 62 J. Ziemlich starke Abmagerung. Hochgradige allgemeine Atheromathose, Myodegeneratio cordis, leichter Grad von Lebercirrhose und von Granularatrophie der Nieren, käsige Pneumonie. K. 61. r. H. 9,7. l. H. 9,7. H. saft- und blutreich, schlaff, auf dem Durchschnitt dunkel-braunroth. Ueberall keine Sptzn.

Fall 93. Taglöhner, 63 J. Kräftiger, musculöser Körper. K. 49½. Emphys. pulm., Endocarditis chronic. Vor 4 Tagen an einem Osteosarkom der linken Inframaxillargegend operirt. Leichtes Hirnödem, acute Sepsis. Beiderseitige Hydrocele, in der rechten 225 g, in der linken 50 g Flüssigkeit. Die Samenbläschen prall gefüllt mit schleimiger, gelblicher Flüssigkeit, ohne Sptzn. H. ziemlich schlaff, gross. Im r. V. d. viele Sptzn., ausserdem nur 1, noch lebendes im l. V. d. beobachtet.

Fall 94. Postillon, 66 J. Myodeg. cord., Lebercirrhose, Sarkom der Hypophysis cerebri, Hydrocephalus ext. et. int. K. 47. r. H. 21,3. l. H. 20,8. Beiderseits nicht unbedeutender seröser Erguss zwischen den Hüllen. Beiderseits sehr wenig Sptzn.

Fall 95. Kaminkehrer, 66 J. Myodeg. cord., Lebercirrhose, Emphys. pulm., Hydrops univ. K. 77. r. H. 35,8. l. H. 30,5. Hochgradige Hydrocele. Rechtsseitige Epididymitis mit Vereiterung im Caput. Starke Schwellung im N.-H. bis Daumendicke, daher das grosse Gewicht. Beide H. stark hydropisch, gross. Das Gewebe feinkörnig getrübt, auch viele Fetttropfen. Befund: Gar keine.

Fall 96. Retoucheur, 67 J. Granularatrophie beider Nieren, alte und frische apoplectische Heerde im rechten Grosshirn und am Boden des IV. Ventrikels. Morbus Basedowii. K. 36½. r. H. 13,0. l. H. 14,6. Beide H. schlaff, blutarm. Befund: beiderseits viele.

Fall 97. Taglöhner, 69 J. Hochgradig abgemagerter Körper. Anämie. Polypen am Eingang des Ductus choledochus in das Duodenum, zahlreiche Abscesse in der Leber, beginnende Cirrhose derselben. Beginnende Schrumpfnieren. K. 36. r. H. 8,3. l. H. 7,9. Befund: Sehr viele. In den V. d. das ganze Gesichtsfeld nur Sptzn.

Fall 98. Gefreiter, 72 J. Abgemagerter Körper. Myodeg. cord., Lebercirrhose, leichter Grad von Schrumpfnieren, Lungenödem. K. 50. r. H. 28,8. l. H. 22,7. An beiden N.-H. linsengrosse Cysten, ohne Sptzn. In beiden V. d. sehr viele.

Fall 99. Taglöhner, 72 J. Starke Abmagerung. Carcinom der Prostata mit Uebergreifen auf die Blase, metastatische Knoten in den Nieren, Hirnödem. K. 52. l. H. 8,0. Rechts starke Verwachsungen. H. sehr schlaff, klein, dunkel-braunroth. Im r. H. stellenweise starke Vermehrung des Bindegewebes. Gar keine Sptzn.

Fall 100. Taglöhner, 74 J. Kräftige, grosse Leiche. K. 51½. Panniculus und Musculatur gut entwickelt. Gangräna senilis dig. I. ped. sin., acute Sepsis, alte Endocarditis calcul. der Aortenklappen, rechtsseitige alte Inguinalhernie. r. R. 18,8. l. H. 18,9. Befund: Im linken V. d. wenig Sptzn., sonst keine.

Resultat in 37 Fällen: keine Spermatozoen 11 mal, wenige 13 mal, viele 13 mal.

Das Gesammtresultat gestaltet sich also, übersichtlich zusammengestellt, folgendermaassen:

	Spermatozoen			Zusammen
	keine	wenig	viele	
Plötzliche Todesfälle	—	3	4	7
Acute Fälle	2	3	9	13
Phthisis pulmonum	14	20	8	43
Andere chronische Fälle	11	13	13	37
Zusammen	27	39	34	100

Ich will mich zunächst nicht auf Erörterungen über dieses Resultat einlassen; einerseits spricht dasselbe selbst für sich, andrerseits werde ich bei der folgenden Besprechung der Ursachen der Functionsstörungen der Hoden des öfteren auf meine Untersuchungsresultate zurückkommen.

Welches sind also die Ursachen, welche bewirken, dass ein oder beide Hoden functionslos werden, somit den Zustand der Azoospermie, der Sterilität des Mannes herbeiführen? Es ist nicht meine Absicht, und ich wäre auch dieser Leistung nicht gewachsen, die Frage durchweg auf histologischem Wege, fussend auf der normalen Spermatogenese zu erklären; nur einige histologische Bemerkungen werde ich am Schlusse dieser Arbeit beifügen. Dagegen möchte ich die äusseren Ursachen des Fehlens der Spermatozoen näher besprechen und diese, nach allem, was über diese Frage publicirt wurde, sowie nach meinen eigenen Untersuchungen in folgende Gruppen theilen:

1. Mangelhafte Entwicklung der Hoden.
2. Locale Ursachen, d. h. Erkrankung der Hoden und ihrer Umgebung.
3. Allgemeine Ursachen, solche, die auf Affection des Gesammtorganismus beruhen.
4. Senile Atrophie.

In Bezug auf den ersten Punkt, die mangelhafte Entwicklung, ist vor Allem festzustellen, in welchem Lebensalter überhaupt die Zeugungsfähigkeit beim Manne beginnt, und — um dieses gleich mit zu erledigen — in welchem sie aufhört.

Zacchias gibt an, dass die Zeugungsfähigkeit des Mannes vom 15.—70. Lebensjahre dauert, ebenso Casper mit dem Bemerken, dass die Fähigkeit zum Beischlaf jedenfalls früher (ca. 3 Jahre eher) beginnt und auch später aufhört als die Zeugungsfähigkeit.

Hensen[1]) nimmt an, dass der Mann etwa 1 Jahr später geschlechtsreif werde als die Frau. Mit dem 60. Jahre gibt dieser Autor den Beginn des Erlöschens der Zeugungsfähigkeit an.

---

1) Hensen, Handb. d. Physiol. von Hermann (1881) Bd. 6 Th. 2 Kap. 3. Der Same und der Hode.

Dyplay[1]) fand bei 51 Greisen, von denen 9 das 80. Lebensjahr überschritten hatten, in 37 Fällen Samen mit Samenfäden.

Schlemmer[2]) kommt zu dem Schlusse, dass normales Sperma in allen Lebensaltern vom 14. bis zum 84. Lebensjahre vorkommen könne.

Jedenfalls kommen in dieser Richtung bedeutende individuelle Verschiedenheiten vor; der eine Mensch ist bekanntlich körperlich noch ein Kind in demselben Alter, in welchem der andere schon ein Mann ist — ganz abgesehen von der Verschiedenheit bei verschiedenen Volksstämmen —, und dieses zeigt sich nirgends mehr als auf dem besprochenen Gebiete; derselbe Unterschied herrscht mutatis mutandis im hohen Alter. Wenn übrigens, wie schon oben erwähnt, Casper bei einem 94jährigen Greis noch Samenfäden fand, so dürfte der Productionsdauer derselben wohl kaum eine absolute Grenze zu stecken sein.

Die von mir beschriebenen Fälle umfassen die Lebensalter vom 16. bis zum 74. Jahre; sie alle haben Repräsentanten mit Vorhandensein des befruchtenden Princips. Bei einem 14jährigen und 15jährigen fand ich noch vollständig unentwickelte Hoden, ganz klein und functionslos, bei einem 80jährigen Greis sah ich dieselben in annähernd normaler Grösse, aber keine Spermatozoen bildend. — Die letztgenannten Fälle sind oben nicht mit aufgezählt.

Rudimentäre Entwicklung und der vollständige Defect des Hodens und seiner Adnexa sollen in seltenen Fällen doppelseitig, häufiger einseitig vorkommen. Eine wirkliche mangelhafte Entwicklung post partum tritt wohl nur bei Cryptorchismus, also in Folge einer Lagerungsanomalie auf. In den beiden, bei meinen Untersuchungen gefundenen, Fällen von Retentio testis (73, 79) fanden sich weder in dem in der Bauchhöhle zurückgebliebenen, noch in dem anderen Hoden irgendwo Spermatozoen. In dem ersteren Fall (73, s. Fig. 3 Durchschnitt dieses cryptorchischen Hodens) könnte man vielleicht an eine sympathische Erkrankung des extra abdomen gelegenen Hodens denken; in dem letzteren

1) Dyplay, cf. Valentin, Grundriss d. Physiol. 4. Aufl. (1855) S. 802.

2) Schlemmer, Beitrag zur Histologie des menschlichen Sperma. (Refer. Virchow's Jahresber. 1877 Bd 1. S. 485.)

Falle (79) war, wie erwähnt, überhaupt gänzlich mangelhafte Entwicklung der Genitalien vorhanden.

Ausserdem wäre Zurückbleiben in der Entwicklung bis zur Geschlechtsreife denkbar bei frühzeitig, d. h. vor der Pubertät aufgetretenen grossen Scrotalbrüchen, Hydrocelen oder sonstigen die Hoden am Fortwachsen mechanisch hindernden Momenten. Hierüber, sowie, ob sonst ein solcher Zustand der extra abdomen gelegenen Hoden vorkommt, ist mir nichts bekannt.

Hier schliessen sich die Zustände an, bei denen eine Functionsstörung der schon genügend entwickelten und bisher normales Sperma bildenden Hoden die Folge einer localen Erkrankung ist, also die eigentlichen chirurgischen Krankheiten der Hoden, Nebenhoden, Vasa deferentia und ihrer Hüllen. Sie alle aufzuzählen würde über die mir gesteckten Grenzen gehen; jedes chirurgische Lehrbuch behandelt diese Zustände nebst ihrer Prognose zur Genüge. Ohnehin ist ja klar, dass z. B. eine ganz oder zum grössten Theil von Neubildung ergriffene Drüse wie der Hode kein normales oder gar kein Secret mehr liefern kann. Hinlänglich bekannt ist ferner die schlechte Prognose, welche Entzündungen wie Epididymitis und Orchitis in Bezug auf die Function liefern, was namentlich die Folge davon sein soll, dass die Vasa deferentia durch Betheiligung an der Entzündung (Funiculitis duplex) später obliteriren. Brissaud [1]) behauptet allerdings, dass Ligatur des Vas deferens im Gegensatz zu den Wirkungen der Stenosirung anderer Drüsenausführungsgänge keine Cirrhose des Hodens bewirke, sondern dass letzterer im Zustande functionstüchtiger Neutralität bleibe. Dagegen zeigte Kehrer an Thierversuchen, dass die Unterbindung des Vas deferens im Laufe von $^3/_4$ Jahren starke Erweiterung und Wandverdickung des peripheren Stückes bewirkt, worin sich eingedicktes Sperma befinde. Allerdings atrophirten die Hoden darauf hin äusserst langsam. Dass die Ansicht Brissaud's unhaltbar und diejenige von Kehrer die richtige ist, lehren die Erfahrungen der Thierheilkunde. Bei den Castrationen der Hausthiere erreicht man den beabsichtigten Zweck, den Schwund des Hodens, künstlich durch Klopfen der

---

1) Brissaud, Ueber die Spermatogenese beim Kaninchen. Referat Schmidt's Jahrbücher Bd. 190 Nr. 2 (1881) S. 113.

Samenstränge, durch Umdrehung des Samenstrangs und Hodens, durch subcutane Unterbindung oder Durchschneidung des Samenstrangs (vgl. C. Hering, Handb. der thierärztl. Operationslehre. Stuttgart 1857. S. 221 u. ff.).

Nach diesen Untersuchungen und nach den weiter oben angeführten Resultaten von Kehrer und von Liégeois kann man bei der Häufigkeit der Gonorrhoe und ihrer Folgen wohl mit Recht vermuthen, dass in manchen, vielleicht in den meisten Fällen, in denen andere Gründe der Azoospermie oder der Hodenatrophie nicht zu finden sind, diese Anomalien auf irgendwelchen Folgezuständen von Gonorrhoe basiren, die aus Mangel einer Anamnese nicht weiter constatirt werden kann.

Zu solchen Folgezuständen gehören auch die chronischen diffusen oder circumscripten interstitiellen Entzündungen des Hodens, über die ich unter den histologischen Bemerkungen noch einiges hinzufügen werde.

Als fernere Ursache erworbener Functionsunfähigkeit des Hodens erwähne ich noch die Atrophie, welche eintritt durch den Druck von Scrotalbrüchen (so Fall 4, 10, 45), ebenso durch Hydrocele (56. 93).

Den Uebergang von der local bedingten Functionslosigkeit der Hoden zu solcher, die auf Schwächung des Gesammtorganismus beruht, bilden Zustände von vorübergehender Azoospermie in Folge von Excessen in Venere. Es ist dieser Zustand eigentlich weniger ein nicht Functioniren als ein, — um den Ausdruck zu brauchen, — nicht schnell genug Functioniren. Schon a priori ist es denkbar, dass das Sperma als ein Drüsensecret mit wesentlichen morphologischen Bestandtheilen diese letzteren nicht mehr enthalten wird, sobald der Consum nicht mehr Schritt hält mit der Production der Drüse, sobald mit anderen Worten die Hoden in Bezug auf Bildung der befruchtenden Elemente hinter dem Verbrauch an solchen in ihrer Thätigkeit zurückbleiben. So sollen auch nach Lallemand bei langwieriger Spermatorrhoe die Spermatozoen schliesslich ganz schwinden, wogegen Fürbringer dieses bestreitet und behauptet, dass in der Mehrzahl der von ihm beobachteten Fälle ein in jeder Beziehung normalem Sperma gleichendes Secret geliefert worden sei, dass sich die Spermatozoen nach Form,

Grösse und Zahl, Ausbildung in nichts von normalen unterschieden hätten. In einem Falle seien trotz jahrelangen Bestehens der Spermatorrhoe fort und fort Kinder gezeugt worden [1]).

Die oben geäusserte Ansicht bestätigen die schon erwähnten Thierversuche von Plönnies, welcher das Fehlen der Spermatozoen nach zu häufig und zu schnell wiederholter Ejaculation so erklärt, dass nach Ausstossung aller in den Samenleitern und nach diesen auch aller noch in den Spermatoblasten haftender, reifer Samenfäden ein längerer Zeitraum verstreichen muss, bis neue Samenfäden in genügender Menge wiedergebildet werden. Klinisch ist demnach auch eine vorübergehende und eine permanente Azoospermie zu unterscheiden.

Ein ähnliches, gleichsam physiologisches Fehlen der Samenkörper bei ganz normalen Individuen fand Casper, als er längere Zeit hindurch mit einem 60jährigen Naturforscher dessen Sperma mikroskopirte. Es ergab sich, dass dieses Secret in demselben Maasse dünner und ärmer an Spermatozoen wurde, je öfter der Act ausgeübt wurde. Nach täglichem Coitus fehlten dieselben gänzlich. Auch Schlemmer hebt als Schlusssätze seiner oben erwähnten Beobachtungen hervor, dass durch in kurzen Zwischenräumen wiederholten Geschlechtsgenuss, ferner durch länger andauernde Anstrengungen, durch schwere Krankheiten und alle jene im Organismus verlaufenden Processe, welche eine Ernährungsstörung bewirken, auch Störungen in der normalen Zusammensetzung des Sperma entstehen können.

Damit sind wir zugleich auf den Einfluss gekommen, welchen die den Organismus schwächenden Zustände auf die normale Thätigkeit der Hoden ausüben. Schon länger ist es bekannt, dass chronische Krankheiten zu Impotenz [2]) führen können; als solche nennt Curschmann [3]) namentlich Leiden der Verdauungsorgane

1) In zwei Fällen von hartnäckiger und lange dauernder Spermatorrhoe, deren Producte ich gelegentlich mikroskopisch untersuchen konnte, fand ich das ergossene Secret sehr reich an gut entwickelten Spermatozoen. Bollinger.

2) Ich spreche hier von Impotenz, weil es sich um diesbezügliche klinische Beobachtungen handelt.

3) Curschmann, Die functionellen Störungen der männlichen Genitalien. Ziemssen's Handb. Bd. 9 H. 2.

und der Nieren, besonders chronische Nephritis, ferner Tabes und Meningitis spinalis.

Dass auch Lungenphthise unter die Gruppe dieser Krankheiten gehört, glaube ich nach dem Resultat meiner Untersuchungen nicht bezweifeln zu dürfen, wie überhaupt der Einfluss aller ernsteren chronischen Krankheiten nicht unbeträchtlich erscheint. Auffallend ist dabei, wie oft gerade bei den in jugendlichen, besten Jahren verstorbenen Phthisikern die Untersuchung auf Spermatozoen negativ ausfiel, dagegen im höheren Alter relativ häufig ein positives Resultat hatte. Dieser Unterschied ist vielleicht so zu erklären, dass die Form der Phthise bei denjenigen Individuen, welche ein höheres Alter erreichten, eine mehr gutartige, bei den früh verstorbenen hingegen mehr bösartiger Natur war.

Am interessantesten ist wohl das Verhalten der geschlechtlichen Fähigkeiten beim Diabetes. Seegen[1]) beobachtete bei dieser Krankheit constant, „dass die Abnahme der geschlechtlichen Potenz, wo sie auftritt, mit unter die ersten Symptome des Diabetes gehört, also zu einer Zeit auftritt, wo die Ernährungsanomalie noch keine bemerkenswerthe Veränderungen in dem Organbestande, dem Kapital des Körpers hervorgebracht hat." In manchen Fällen von Diabetes tritt nach Seegen auch überhaupt keine Impotenz ein.

Und noch eine Affection führt ohne Zweifel zur Functionslosigkeit der Hoden, nämlich die Folgen des Potatoriums. Rheinstaedter[2]) meint in dieser Beziehung, „excessiver Wein- und Branntweingenuss scheine weniger depotenzirend zu wirken als das gewohnheitsmässige Trinken grosser Quantitäten Bier. Vielleicht trage der Lupulingehalt des Bieres Schuld daran." Auch ist dieser Autor der Ansicht, dass übertriebenes Rauchen starker Cigarren die Potenz schädige. Curschmann erzählt Fälle, dass Männer sich absichtlich gleichsam als Therapie Frigidität durch Biergenuss verschafften. Im Uebrigen dürfte es keinem Zweifel unterliegen, dass in Folge von Potatorium — und in München pflegt sich dasselbe

1) Seegen, Ueber den Diabetes mellitus.

2) Rheinstaedter, Ueber Sterilität. Deutsche med. Wochenschrift von P. Börner Jahrg. 1879.

ja meist auf Bier zu beschränken — namentlich wo solches schon zur Erkrankung anderer Organe, wie des Herzens, der Leber, der Nieren geführt hat, auch mangelhafte Hodenfunction oder gänzliches Erlöschen derselben eintreten kann (s. u.).

An Medicamenten, welche die Thätigkeit der Hoden herabsetzen sollen, werden genannt: Camphora, Kali bromat., Lupulin, Kali jodat., Arsenik bisweilen und nach Levinstein[1]) Morphin.

Was endlich die senile Involution des Hodens betrifft, so wurde, was sich auf die Altersstufen bezieht, schon oben besprochen, die histologischen Details dieser Rückbildung werde ich weiter unten erwähnen.

Somit glaube ich die Besprechung der Ursachen der Azoospermie erledigt zu haben und will hieran nur noch einige Bemerkungen über pathologisch-histologische Veränderungen der Hoden anknüpfen, wie ich sie im Laufe meiner Untersuchungen beobachtete und zum Theil noch gar nicht oder nur sehr kurz in der Literatur erwähnt fand.

Am häufigsten sind jedenfalls die zwei, allerdings hinlänglich bekannten Zustände der fettigen Degeneration und der Cirrhose, der bindegewebigen Induration. So tritt fast stets beim cryptochischen Hoden eine dieser beiden Entartungsformen auf, deren letztere wir in Fig. 2 abgebildet haben. Um fettige Degeneration des Inhalts der Samenschläuche handelt es sich in den meisten Fällen der Azoospermie in Folge von Potatorium (so bei Fall 7, 40, 70, 89, 94 u. a.).

Eine chronische interstitielle Orchitis im Gefolge acuter Entzündung beschreibt Klebs als „Zustände, welche mit den interstitiellen Processen in der Leber und Niere vollständig übereinstimmen, jedoch mit dem Unterschiede, dass kein Stadium der Schrumpfung oder Granular-Atrophie eintritt". Klebs unterscheidet dann zwei verschiedene Folgezustände hiervon, die granulirende interstitielle Orchitis und die käsige Orchitis.

Den ersteren Zustand habe ich mehrfach sehr gut ausgesprochen gesehen, so in einem Falle von Phthisis derartig, dass stellenweise

1) Levinstein, Die Morphiumsucht (1877).

fast nur Bindegewebe, nur ganz vereinzelte Drüsenschläuche im Gesichtsfelde waren (s. Fig. 5), an anderen Stellen die letzteren comprimirt, gezackt, fast sternförmig aussahen.

Auch bei der senilen Involution dürfte es sich in den meisten Fällen um eine Zunahme des Bindegewebes und ein dem entsprechendes Schrumpfen der Samenkanälchen handeln, in anderen um fettige Degeneration. Bedeutende Verkleinerung des Hodens ist nicht nothwendige Bedingung des Alters, wie mir überhaupt nach allem die Bildung und Menge der Spermatozoen nicht von der Quantität des vorhandenen Drüsengewebes abzuhängen scheint, sondern von der Qualität, d. h. in der Hauptsache von dem Zustande, der Thätigkeit oder Unthätigkeit der Samenzellen.

Besonders interessant ist noch eine Art hyaliner Verquellung der Drüsenschläuche und ihres Inhalts, welche ich beim senilen Hoden beobachtete. Dieselbe führt ohne Zweifel zur gänzlichen Unfähigkeit, Spermatozoen zu bilden (s. Fig. 4).

Endlich habe ich in Fall 20 einen solchen beschrieben, bei dem neben vollständiger Integrität und Functionsfähigkeit des einen Hodens, in dem anderen, absolut nicht functionirenden, ein Angioma cavernosum sich vorfand (s. Fig. 3).

Nach Krause [1]) hat man sich den histologischen Vorgang im puerilen, geschlechtsreifen und senilen Hoden folgendermaassen zu denken: Die Samencanälchen befinden sich entweder im ruhenden oder im activen, Samen producirenden Zustande. Die Samencanälchen junger, zeugungskräftiger Säugethiere sind fast ausnahmslos im activen Zustande; es findet in ihnen lebhafte Samenproduction statt. Es zeigt sich in solchen eine ausserordentlich lebhafte Zellenvermehrung durch karyokinetische Kerntheilung. Zwischen den in Karyokinese begriffenen Zellen kommen auch solche mit ruhenden Kernen vor; diese sind ausschliesslich bei Knaben vor der Pubertät vorhanden; häufig sind sie auch im menschlichen Hoden während des mittleren Mannesalters und später, sowie bei Individuen, die durch Krankheit zu Grunde gegangen sind. Alle solche ruhenden Kerne charakterisiren sich sofort durch

1) W. Krause, Nachträge zur allgemeinen und mikroskopischen Anatomie. Hannover (1881) S. 76 ff.

ihre deutlichen Kernmembranen und Kernkörperchen; letzteres soll namentlich charakteristisch für ruhende Kerne sein. Ebenso hebt Brissaud nach Untersuchungen am Kaninchen die zwei Zustände des Hodens wie anderer Drüsen, denjenigen der Ruhe und den der Thätigkeit hervor. Erwachsene Kaninchen zeigten fast beständig den letzteren. Bei voller Thätigkeit der Drüse finde man die von La Valette St. George sog. primitiven Samenzellen beträchtlich vermehrt.

Zum Schluss noch einige kurze Bemerkungen über Gewichtsverhältnisse der Hoden. Krause gibt als Gewicht des Hodens (ohne Nebenhoden) 15 bis 24,5g an, der Nebenhode soll nach ihm ein Gewicht von 1,2 bis 4g, gewöhnlich von 2,1g haben. Als Durchschnittszahl fand ich für Hoden mit Nebenhoden 14,3g. In den Lebensaltern bis zum 30. Jahre stellt sich nach Berechnung aus meinen Fällen das Durchschnittsgewicht auf 15,8g, von 30 bis 60 Jahren auf nur 11,1g, über 60 Jahre 14,75g. Auffallend ist dabei allerdings, dass gerade das kräftigste Mannesalter die niedrigste, das höhere Alter dagegen eine grössere Zahl gibt und muss wohl zugestanden werden, dass bei Berechnung einer grösseren Zahl von Fällen die Werthe sich vielleicht anders gestalten werden. Selbstredend habe ich die abnormen Fälle nicht mit in diese Berechnungen hineingezogen.

Das Verhältniss des Gewichtes beider Hoden zum Körpergewicht gestaltet sich im Allgemeinen wie 1:1755, bei den plötzlichen Todesfällen wie 1:1638, bei den acuten Fällen wie 1:1634, bei den Phthisikern 1:1599, in den anderen chronischen Fällen wie 1:1940.

Noch einen Punkt möchte ich kurz berühren. Es ist die allgemeine Ansicht, dass nach Schwund, Atrophie, Functionslosigkeit oder Exstirpation eines Hodens der andere vicariirend hypertrophisch werde. In drei Fällen habe ich dieses allerdings beobachtet (4, 21, 63). Dagegen war diese compensatorische Hyperplasie in drei anderen Fällen durchaus nicht erfolgt (65, 69, 73), so dass ich über diesen Punkt noch kein definitives Urtheil fällen kann.

Am Schlusse dieser Arbeit komme ich der angenehmen Pflicht gerne nach, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Bollinger für dessen vielseitige Unterstützung bei dieser Arbeit meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Erklärung der Tafel III.

Fig. 1—4 gleiche (Hartnack Syst. 4 Oc. 3); Fig. 5 stärkere Vergrösserung.

Fig. 1. Querschnitt durch den normalen Hoden eines 30-jährigen Mannes (Selbstmörder, s. Fall 4).

Fig. 2. Kryptorchischer, nicht functionirender Hode im Zustande fibröser Schrumpfung. Die Drüsenschläuche stark zusammengedrängt, ihr Lumen bedeutend verringert, so dass in einem Gesichtsfeld ungleich mehr Querschnitte derselben zu sehen sind als bei Fig. 1. Einzelne Samencanälchen leer oder fast leer von Zellen. Bedeutende Zunahme des Bindegewebes (s. Fall 73).

Fig. 3. Angioma cavernosum. Wandungslose Hohlräume, zum Theil mit Blut gefüllt, zum Theil leer, umgeben von reichlichem Bindegewebe; fast vollständiger Schwund des Drüsengewebes, so dass nur ganz vereinzelte, stark comprimirte Schläuche zu sehen sind. Gänzliche Functionslosigkeit des Hodens (s. Fall 21).

Fig. 4. Kleiner seniler Hode von einem 72jährigen Phthisiker. Die Samencanälchen, deren Lumina bedeutend verengert sind, befinden sich in einem Zustande stark glasiger (hyaliner) Verquellung; auch das Bindegewebe ist zum grössten Theil hieran betheiligt. Es sind nur noch die Conturen der Drüsenschläuche zu erkennen; von Zellen ist in denselben kaum noch eine Spur zu sehen. Stellenweise sehr viel Bindegewebe; allgemeine Zunahme desselben (s. Fall 63).

Fig. 5. Schnitt durch den Hoden eines Phthisikers mit vollständiger Azoospermie. 29 Jahr. Ungemeine Zunahme des Bindegewebes. An einigen Stellen fast gar keine Drüsenschläuche mehr. Die Zeichnung zeigt solche von reichlichem Bindegewebe umgeben (s. Fall 36). Die Vergrösserung (Seibert, Syst. 5 Oc. 0) ist stärker als bei Fig. 1—4.

Ueber die Nägeli'sche Theorie der Gärung ausserhalb der Hefezellen.

Von

Adolf Mayer.

Unter den Neuerungen, welche Carl v. Nägeli in seiner „Theorie der Gärung" vom Jahre 1879 in Gärungstheorien einzuführen versuchte, verdient gewiss seine Hypothese von der Fernwirkung der Gärthätigkeit[1]), oder der extracellularen Gärung, oder wie man die gleich näher zu präcisirende Anschauung anders nennen will, nicht am wenigsten unsere Beachtung. Wie man auch über die experimentelle Begründung derselben denken mag, jedenfalls erscheint deren theoretische Bearbeitung als die reife Frucht eines reifen Kopfes und deshalb hat deren berühmter Urheber ein Recht von den jüngeren und versuchsfreudigen Mitarbeitern auf dem Gebiete der Gärungsphysiologie zu fordern, dass sie sich in scharfsinnigen Experimenten erschöpfen, um der Natur eine bestimmte Antwort auf die zum ersten Male gestellte Frage abzutrotzen.

Im Folgenden soll von einigen dahin gerichteten Bestrebungen eine kurze Darlegung erfolgen. Aber zuvor thun wir gut, uns den Nägeli'schen Satz mit seiner ganzen Begründung ins Gedächtniss zurückzurufen.

Am deutlichsten erscheint mir die Hypothese auf S. 47 des angeführten Werkes dargelegt zu sein, woraus zugleich erhellt, dass

1) Vgl. meine Abhandlung: Landw. Versuchsstationen Bd. 25 S. 325, wo ich auf die Bedeutung der Nägeli'schen Theorie hingewiesen.

dieselbe im nahen Zusammenhange steht mit der molecular-physikalischen Theorie überhaupt. „Bei der Gärung werden ... die Schwingungen der Plasmamoleküle, ihrer Atomgruppen und Atome auf das Gärmaterial übertragen. Die Uebertragung geschieht in der nämlichen Weise wie in allen analogen Fällen, wie bei der Fortpflanzung der Licht- und Tonschwingungen, der Wärme und der Elektricität. Die Bewegungen eines Moleküls rufen in dem nächsten gleichartige Bewegungen hervor, diese in dem folgenden u. s. w. Von der Stärke der Ursache im Verhältniss zu allen andern Ursachen, welche auf die molecularen Bewegungen Einfluss haben, wird es abhängen, wie weit diese Kette von Ursache und Wirkung sich in bemerkbarer Weise geltend macht." ... „Es müssen also die Zuckermoleküle bis auf eine gewisse Entfernung die Molecularbewegungen des lebenden Plasmas in einer gewissen Intensität empfinden. Steigern sich die besonderen, den Ausschlag gebenden Schwingungen in einem Zuckermolekül bis zu einer bestimmten Höhe, so zerfällt dasselbe in Alkohol und Kohlensäure." ...

„Wie in freier Flüssigkeit muss die Fortpflanzung auch durch eine mit Zuckerlösung imbibirte Membran hindurch erfolgen, und dies um so mehr, als voraussichtlich die Cellulosemoleküle der Membran wegen analoger Zusammensetzung ebenso geeignet sind, die die Gärung bedingenden Schwingungen fortzuleiten als die Zuckermoleküle selber. Die Zellmembran verhält sich gegenüber der Gärungsbewegung ähnlich wie eine Fensterscheibe gegenüber den Licht- und Schallwellen."

An Deutlichkeit lässt diese Darlegung nichts zu wünschen übrig. Von der innern Wahrscheinlichkeit der zu Grunde liegenden Anschauung kann man nicht reden, ohne die ganze molecular-physikalische Theorie einer Kritik zu unterziehen, wozu ich, bevor ich .weitere Untertheile des ganzen Systems zu prüfen im Stande bin, mich noch nicht bereit fühle. Ferner muss die von Nägeli selber geleistete experimentelle Begründung der Darlegung meiner eigenen Versuche voraufgehen.

1. Wie v. Nägeli sich selber ausdrückt, nicht „eine exact bewiesene Thatsache", sondern „eine durch zahlreiche Beobachtungen sehr nahe gelegte Wahrscheinlichkeit" ist es, dass alkoholische

Gärung im Fleische unverletzter Früchte durch der Fruchtschale aufsitzende Hefezellen geschehen könne. Es wurde thatsächlich beobachtet, wenn man verschiedene Früchte in wässrige Flüssigkeiten einlegt, dass häufig die Gärung in jenen beginnt, ehe dieselbe in dem umgebenden Medium nachzuweisen ist. In Oel ist dies nicht der Fall. Dabei muss man wissen, dass ungereinigten Früchten äusserlich Hefezellen aufzusitzen pflegen, so dass die Gärung unterbleibt, wenn man die Früchte zuvor der Schalen beraubt. Hieraus folgt zugleich, dass die in Rede stehende Erscheinung nicht mit der sog. Selbstgärung der Früchte, die ohne Mithilfe von niederen Organismen und ausserordentlich langsam erfolgt, verwechselt werden konnte.

Dass im Innern der die fragliche Erscheinung zeigenden Früchte nicht etwa Hefezellen anwesend waren, wurde durch besondere Untersuchung festgestellt. Dagegen scheint das Statthaben oder Nichtstatthaben der Gärung allein nach dem „stechenden Geschmack" der Früchte im Vergleiche mit ihrer Umgebung und nach Gasblasen beurtheilt worden zu sein, die man mit blossem Auge unter der Schale bemerkt. Quantitative Alkoholbestimmungen, die gerade gegenüber der stark kohlensäureerzeugenden „Selbstgärung" am entscheidendsten gewesen wären, scheinen zu fehlen, ebenso Details über die Versuchsführung, wonach es möglich wäre, dieselben einfach zu wiederholen, um so das etwa Versäumte zu ergänzen.

2. Gegenüber der eben besprochenen gewissermaassen hypothetischen Thatsache erwähnt v. Nägeli einer zweiten, die von ihm selber als das einzige sichere Beispiel, wobei eine Wirkung von Pflanzenzellen nach aussen hin angenommen werden müsse, angeführt wird. Als ein solches Beispiel wird bezeichnet die Entfärbung von Lackmuslösung durch Bakterien, wobei, wie die Regeneration der blauen Farbe durch Schütteln mit Luft lehrt, eine Reduction eintritt.

Nägeli argumentirt nun in folgender Weise. Lackmus kann nicht in die Bakterienzellen eindringen, also muss die Reduction, die in diesem Falle nachweislich eine der lebenden Zelle eigenthüm-

liche Reaction, also der Gärwirkung vergleichbar ist, ausserhalb der Zelle statthaben. Dass wirklich ein Eindringen unmöglich sei, wird vor allem gefolgert aus dem Verhalten von der mikroskopischen Untersuchung besser zugänglichen Zellen, wie z. B. Algenzellen, welche zeigen, dass Farbstoffe wohl die Zellhaut durchdringen, aber nicht in den eigentlichen Plasmaleib eindringen können.

Gegen diese Schlussfolgerung drängen sich mir vier Einwände auf, von denen der erste durch Nägeli selber besprochen und, wie mir scheint, auch in seiner Berechtigung anerkannt wird.

a) Die Spaltpilze könnten Stoffe nach aussen abscheiden, welche selber die Reduction bewirken. Bekannt ist, dass sehr viele dieser niederen Organismen Wasserstoff abscheiden. Nun dieser Wasserstoff muss voraussichtlich erst im Atomzustande gebildet werden und so die bekannten Wirkungen des Wasserstoffs im Status nascens ausüben. Bekanntlich leitet man in Bezug auf eine ganze Reihe von Gärungsproducten, für welche ich den Ausdruck secundäre Gärungsproducte[1]) gebraucht habe, die Entstehung durch eine solche Reduction ab. Das Entstehen von salpetriger Säure, von Schwefelwasserstoff, von Mannit, von Propionsäure bei Bakteriengärungen sind hierfür bekannte Beispiele. Ist diese Annahme zulässig, warum sollte man für die Reduction der Lackmuslösung eine Ausnahme machen? — Gewiss ist dies auch keineswegs die Absicht des berühmten Physiologen, sondern er würde vermuthlich alle die genannten Beispiele dem in Rede stehenden beiordnen und seine vorgeschlagene Erklärungsweise für alle wählen. Für uns genügt es zu wissen, dass dieselbe willkürlich ist.

b) Aber selbst wenn die erste Möglichkeit ausgeschlossen wäre, so kann die Annahme eines wenn auch geringen Dissociationsvermögens für einen Farbstoff gemacht werden, der so leicht reducirbar ist wie der Lackmusfarbstoff, — eines Vermögens zur Dissociation in Sauerstoff und in reducirten Farbstoff. In diesem Falle würde die Thätigkeit der Bakterien darauf beschränkt werden können, den in sie eindringenden freien Sauerstoff mit Energie festzuhalten.

1) Mein Lehrbuch der Gärungschemie 3. Ausg. S. 207.

Dieser Einwand würde der experimentellen Forschung bis auf einen gewissen Grad zugänglich sein, indem man vermuthlich auch bei fortgesetztem Aussetzen im Vacuum den Lackmusfarbstoff zur Reduction und Entfärbung bringen können müsste.

c) Das Verhalten von Zellwand und Plasma gegen Farbstoffe bei Algen ist wohl nicht übertragbar auf Bakterien, deren nähere anatomische Verhältnisse der mikroskopischen Forschung so schwer zugänglich und jedenfalls abweichende sind. Möglicherweise hat das Plasma der Bakterien in erhöhter Weise die Befähigung, Farbstoffe in sich aufzunehmen.

Es sei bei Besprechung dieses Punktes auch im Vorübergehen daran erinnert, dass, soweit ganz gleichmässig berechtigte mikroskopische Untersuchungen nachzuweisen scheinen, das Protoplasma der vegetabilischen Zellen Pflanzensäuren nicht diffundiren lässt, und doch stehen dem gegenüber Thatsachen makroanalytischer Natur, welche das Diffusionsvermögen der Pflanzensäuren durch die ganze Pflanze hin deutlich genug demonstriren[1]), woraus zu folgern, dass aus dem mikroskopischen Augenschein nicht allzuviel abgeleitet werden darf.

d) Aber auch wenn der Farbstoff nicht in den Protoplasmakörper der Bakterien eindringen könnte, so wäre doch sein Durchgangsvermögen durch die Zellhaut selber genügend, um mit dem ersteren in Berührung zu kommen. Von einer Wirkung in die Ferne brauchte mithin selbst in diesem Falle nicht die Rede zu sein.

Bei dieser erheblichen Zahl von möglichen und zum Theil nicht zu erledigenden Einwänden scheint mir der fragliche Satz auch durch die experimentelle Erörterung des sub b) besprochenen Falles schwierig im Nägeli'schen Sinne zu erledigen. Ich glaube daher, dass derselbe sich so wenig als möglich zu einer erfolgreichen Beweisführung eignet, und werde ihn in Folge dessen bei Seite lassen.

Als ein drittes, wirklich interessantes Beispiel wählt unser Gewährsmann die Essigätherbildung.

v. Nägeli hat nämlich beobachtet, dass Essigäther in gärenden Flüssigkeiten nur dann entsteht, wenn sich in denselben alkoho-

---

1) Vgl. meinen Versuch mit Oxalis. Landw. Versuchsstationen Bd. 18 S. 427.

lische Gärung (auf Kosten von Zucker) und Essiggärung (auf Kosten von Alkohol) gleichzeitig vollzieht. Es scheinen sonach die beiden constituirenden Bestandtheile des Essigäthers sich nur dann bei gewöhnlicher Temperatur mit einander zu verbinden, wenn sie in einer Art Status nascens in derselben Flüssigkeit einander begegnen, obschon die Vorstellung eines Status nascens bei chemischen Körpern, für welche wir uns keinen Atomzustand denken können, auf Schwierigkeiten stösst. Allein lassen wir diese Schwierigkeiten zur Seite liegen, so ist die Nägeli'sche Argumentation diese: Würden die beiden Stoffe innerhalb der respectiven sie erzeugenden beiden Organismen entstehen, so könnten sie unmöglich im Status nascens auf einander treffen, da sie ausserhalb der Zellen diesen Zustand schon eingebüsst haben.

Dagegen lässt sich geltend machen, dass, wenn wir einen Status nascens für Körper wie Alkohol und Essigsäure möglich erachten, wir auch annehmen müssen, dass dieser besondere Zustand eine kleine Weile erhalten bleiben können wird, eine so kurze Weile, als zur Verbreitung auf dem Wege der Diffusion oder der Massenbewegung bis zur Berührung mit dem anderen Constituenten nöthig ist. Ist ja doch meines Wissens noch durch keinen Versuch der Welt ausgemacht, wie rasch der eigenthümliche Zustand, den wir Status nascens nennen, bei verschiedenen Körpern, die desselben fähig sind, erhalten bleiben kann, und welche Abstände in demselben zurückgelegt werden können. Ja im Allgemeinen muss angenommen werden, dass derselbe so lange nothgedrungen bestehen bleiben muss, bis derartig modificirte moleculare Zustände durch Zustände entgegengesetzter Art, sei es nun bei einer gleichen Atomgruppe oder, wie in unserem Falle, bei Atomgruppen von anderem Charakter, neutralisirt werden. Hierzu wird aber im Allgemeinen die so modificirte Atomgruppe einen bestimmten Weg zurücklegen müssen.

Ich glaube also, dass die Argumentation des berühmten Autors auch in diesem Falle eine höchst prekäre ist. Schlagende experimentelle Entscheidungen scheinen mir dagegen auch in diesem Falle keineswegs auf der Hand zu liegen.

Eine vierte und, wie mir scheint, sehr beachtenswerthe Thatsache in der gleichen Richtung wird noch von Nägeli angeführt.

Dies ist der angeblich „schädliche Einfluss, den die energische Gärthätigkeit eines Pilzes auf die Ernährung und das Wachsthum anderer in der nämlichen Flüssigkeit befindlicher Pilze ausübt." Hiermit ist ein sehr fruchtbares Feld angedeutet, auf welchem die experimentelle Bearbeitung des wichtigen Gegenstandes einzutreten haben würde, und v. Nägeli hat hier selber schon begonnen Hand anzulegen. Derselbe fasst seine Erfahrungen auf dem betreffenden Gebiete in den folgenden Worten zusammen:

„Wird in eine zuckerfreie neutrale Nährlösung eine grosse Menge Bierhefezellen und nur eine Spur von Spaltpilzen gegeben, so vermehren sich die ersteren, welche keine Gärung erregen können, langsam, die letzteren dagegen sehr rasch, so dass sie die ersteren bald überwuchern. Das Nämliche ist ferner der Fall, wenn in einer zuckerhaltigen neutralen Nährlösung sich zahlreiche Sprosshefezellen, die aber ihrer Natur nach nicht Gärung zu bewirken vermögen[1]), mit sehr wenig Spaltpilzen befinden. Bringt man endlich zahlreiche Bierhefezellen mit einer Spur von Spaltpilzen in eine neutrale Flüssigkeit, welche mehr oder weniger Zucker enthält, so vermehren sich die ersteren allein, so lange die Gärung dauert; sowie dieselbe aber in Folge von Zuckermangel träge wird und aufhört, fangen die Spaltpilze an sich stark zu vermehren, indess das Wachsthum der Sprosspilze stille steht.

Die grössere Zahl ist also für die gärtüchtigen Sprosspilze bei der Concurrenz mit den Spaltpilzen nicht an und für sich vortheilhaft, sondern nur wenn zugleich ein dieser Zahl entsprechender Grad von Gärungsintensität eintritt. . . . Um den angegebenen Zweck zu erreichen, muss die Gärflüssigkeit mit so viel Hefe ausgesetzt werden, dass sie möglichst bald in ordentliche Gärung geräth."

Dann kommt die Folgerung aus diesen Thatsachen, dass diese Beeinträchtigung der fremden Gärung nur dadurch zu erklären sei, dass die Gärungsbewegung nicht bloss innerhalb der Zelle, sondern auch in der umgebenden Flüssigkeit stattfinde.

1) Hier sind offenbar Saccharomyces-Arten gemeint, die kein Gärungsvermögen besitzen, wie Mycoderma.

Die Thatsachen, durch Nägeli angeführt, sind, wie schon gesagt, in hohem Grade beachtenswerth, aber doch noch nicht entscheidend. Vor allem fehlt die genaue Beschreibung der einschlagenden Experimente. Sodann vermisst man streng vergleichende Versuche, durch welche auszumachen wäre, ob die wahrgenommene Schädigung nicht den Gärungsproducten der fremden Gärung zugeschrieben werden darf. Es wird ja z. B. seit lange angenommen, dass Milchsäurebakterien empfindlich sind gegen Alkohol. Andrerseits sind die Gärungsproducte der Milchsäurebakterien sowie anderer gärungserregender Spaltpilze keineswegs genau genug untersucht, um behaupten zu dürfen, dass unter ihnen kein die alkoholische Gärung hemmender Körper vorkommen könnte. Ja einige Erfahrungen hinsichtlich der Erzeugung von antiseptischen Körpern wie Phenol durch Gärungsorganismen selber[1]), durch welche man in neuerer Zeit — offenbar nicht ohne einige Uebertreibung — das spontane Erlöschen von ansteckenden Krankheiten des thierischen Organismus und die Erfolge der Schutzimpfungen erklärt hat, sprechen positiv in derselben Richtung, sowie auch der allgemeine Satz, dass durch Gärung erzeugte Stoffe in der Regel nicht gärungsfähig sind, und dass nicht gärungsfähige Körper sehr häufig gärungsfeindliche Eigenschaften besitzen. Gegenüber dem eigenen Erzeuger sind die antiseptischen Gärungsproducte aber natürlich am wenigsten gefährlich, weil jene auf eine grosse Widerstandskraft gegen diese gezüchtet worden sind.

Ferner lässt sich theoretisch gegen die Nägeli'sche Anschauung einwenden, dass, gerade wenn man die Gärungserscheinungen auffasst als Bewegungen, ähnlich den Schall- und Lichterscheinungen, nicht abzusehen ist, warum zwei verschiedene Rhythmen solcher Bewegungen einander Schaden thun müssen. Im Gegentheile können die Theilchen der ponderabilen Materie sowohl als der imponderabilen gleichzeitig Bewegungen folgen, die sehr verschiedenen Rhythmen angehörig sind, indem sie Bewegungsrichtungen annehmen, deren Componenten die Elemente der letzteren sind. Der eine Ton wird

1) Vgl. namentlich Wernich: Virchow's Archiv f. pathol. Anatomie Bd. 78 S. 51.

durch den anderen nicht ausgelöscht, sondern erzeugt mit ihm den Klang, der wieder seinerseits durch unser Ohr in seine Componenten zerlegt und als etwas Zusammengesetztes empfunden wird. Die grüne Farbe wird durch die rothe nicht ausgelöscht, sondern erzeugt mit derselben Weiss, die dem gesunden Auge zwar als etwas Einheitliches, aber weder als roth noch als grün erscheint und aus welcher der Rothblinde die erstere ungeschwächt herauserkennt.

Mir scheint gerade, dass, wenn man die Gärung an diese Erscheinungen anknüpfen wollte, man über diese Thatsachen nicht hinwegsehen durfte.

Endlich scheint mir Nägeli nicht genügend zu beachten, dass eine der Thatsachen, die von ihm selbst zum Beweise der Fernwirkung der Hefe benutzt worden sind, im Widerspruche steht mit dieser zuletzt zur Besprechung gebrachten Beweisführung. Ich ziele hiermit natürlich auf den Fall der Essigätherbildung durch gleichzeitige alkoholische und Essiggärung in derselben Flüssigkeit. Wenn wirklich die eine Gärung die andere unmöglich macht, so ist auch die Essigätherbildung auf dem ausgedachten Wege unmöglich und so schlägt die eine Stütze der Theorie die andere zu Boden. Hat dagegen die von Nägeli zum System erhobene Regel ihre Begründung in der Schädlichkeit der Gärungsproducte, so ist diese eine Ausnahme sehr leicht erklärlich durch das Zusammenwirken einer Spaltungsgärung mit einer Oxydationsgärung; in diesem Falle kann, wie sich aus allgemeinen von mir früher dargelegten Gesetzmässigkeiten[1]) ergibt, das Gärungsproduct des einen Organismus recht gut das Substrat für die neue Umsetzung sein, so dass sich beide einander in die Hände arbeiten.

Immerhin erscheint mir auch in diesem Falle die Betrachtungsweise des berühmten Physiologen sehr beachtenswerth und der sorgfältigen experimentellen Prüfung würdig. Deutlich ist zugleich, wo die experimentelle Forschung einzusetzen hat. Sie wird zu prüfen haben:

1. ob wirklich in Wasser aufgeschlämmte Hefe den in unverletzten Früchten vorhandenen Zucker auch nur zu einem kleinen Bruchtheile vergären kann;

---

1) Vgl. Adolf Mayer, Lehrbuch der Gärungschemie 3. Ausg. S. 205—209.

2. ob wirklich die eine Gärung die andere stört an sich und abgesehen von etwa schädlich wirkenden Gärungsproducten.

1. Versuchsreihe.

Was die erste Frage anlangt, so habe ich zwei experimentelle Beiträge mitzutheilen, die mir recht deutlich zu sprechen scheinen.

Am 13. Juli 1880 wurden 100^{g} frischer, gewaschener, reifer, unverletzter Johannisbeeren in 550^{ccm} einer wässerigen Flüssigkeit gebracht, welcher 26^{ccm} breiiger (aus Presshefe bereiteter) Hefe beigemengt waren. Temperatur war 21^{0} und die Berührung dauerte 18 Stunden. Eine zweite ganz gleichartige Partie Johannisbeeren wurde mit 524^{ccm} Wasser allein die gleiche Zeit in Berührung gelassen, während weitere 26^{ccm} Hefe daneben stehend für sich denselben Bedingungen ausgesetzt waren.

Nach Verlauf der angegebenen Zeit wurden Beeren und Flüssigkeit (diese im zweiten Falle nachträglich mit der Hefe vermengt) alles für sich der Destillation unterworfen und der Alkoholgehalt der so erhaltenen Flüssigkeiten im Pyknometer wie folgt bestimmt.

		der Beeren	der Flüssigkeit + der Hefe
Versuch 1.	Alkoholgehalt . . .	0,11 %	0,008 %
Versuch 2.	Alkoholgehalt . . .	0,08	0,008

Die Hefe hatte also in beiden Fällen in der Flüssigkeit, in der sie suspendirt war und die keinen Zucker enthielt, auch nur kaum wahrnehmbare Mengen von Alkohol erzeugt. Die Beeren enthielten in beiden Fällen deutlich mehr Alkohol, nicht bloss procentisch, sondern auch absolut, als die umgebende Flüssigkeit. War Hefe in dieser Flüssigkeit anwesend, so war die Alkoholproduction innerhalb der Beeren etwas grösser wie im andern Falle, wo die Beeren durch vorausgehendes Waschen noch so viel wie möglich von anhängenden Hefekeimen gereinigt worden waren. Durch einen vergleichenden Versuch war festgestellt, dass frische, nicht behandelte Beeren keine Spur von Alkohol aufwiesen. Es war also in beiden Fällen etwas wie Gärung in den Beeren nachzuweisen, da der gefundene Alkohol nicht auf dem Wege der Diffusion in sie hinein gelangt sein konnte.

Im zweiten Versuche, der sich, auch wenn der Waschprocess nicht alle und jede Spur von anhängenden Hefekeimen entfernen konnte, jedenfalls durch die Menge der umgebenden Hefe ausserordentlich unterschied, wurde nur 1/3. Alkohol weniger in den Beeren erzeugt als in dem ersten Versuche. Die Alkoholproduction in ihm muss daher der bekannten Selbstgärung durch die noch lebenden Parenchymzellen des Fruchtfleisches zugeschrieben werden. Im ersten Falle musste auch Selbstgärung eingetreten sein; ja diese musste grösser sein, weil durch die umgebende sauerstoffbedürftige Hefe der Abschluss von Sauerstoff (eine der Bedingungen für die Selbstgärung) viel vollständiger erreicht werden musste als unter Wasser, wo das Athembedürfniss der Beeren zu einem Theile durch Athmung von freiem Sauerstoff gedeckt werden konnte.

Der Versuch also, obgleich er keinen ganz sicheren Entscheid gibt, spricht gegen die Nägeli'sche Auffassung, da die Unterschiede zwischen der Alkoholproduction seitens der Beeren in den beiden Versuchen im Falle der Uebereinstimmung mit jener viel grösser hätte gefunden werden müssen.

Die Beeren im Versuche 1 schmeckten stechend und waren brüchig, offenbar dem Absterben nahe. Die in Versuch 2 zeigen noch mehr die ursprünglichen Eigenschaften. Dieser stechende Geschmack rührt aber nicht her vom Alkohol, da, wie die Erfahrung lehrt, 0,1% Alkohol noch keinen stechenden Geschmack in einer Flüssigkeit erzeugt. Der stechende Geschmack, auf den auch Nägeli als auf etwas Entscheidendes Werth legt, wird also herrühren von Kohlensäure, die gerade durch die Selbstgärung in höherem Maasse erzeugt wird, als der Alkohol. Diese konnte bei Versuch 1 sich in höherem Maasse anhäufen, weil die Selbstgärung durch den vollständigeren Abschluss vom Sauerstoff stärker war, und die umgebende Flüssigkeit eine Kohlensäureausscheidung möglichst wenig begünstigte. Lässt man Beeren einige Tage unter Hefe liegen, dann geht die Hefe in Fäulniss über, die sich, nach dem Geschmacke zu urtheilen, auch den absterbenden Beeren mittheilt. Bei diesen sind dann auch Gasblasen unter der Haut wahrzunehmen.

2. Versuchsreihe.

Am 6. Juli des Jahres 1881 wurde eine zweite Versuchsreihe unternommen, in welcher einige Schwächen der ersten Reihe ganz vermieden werden sollten. Vor allem wurde statt Presshefe eine eben noch in Thätigkeit gewesene Hefe benutzt. Ferner wurde durch Kohlensäure-Einleiten gesorgt, dass die Beeren des vergleichenden Versuchs ohne Hefe sich hinsichtlich des Abschlusses von Sauerstoff noch mehr unter denselben Bedingungen befanden wie die Beeren des entscheidenden Versuchs, welche mit Hefe in directer Berührung waren.

1. 100 g reifer gewaschener Johannisbeeren, alle unverletzt, wurden mit 25 ccm eines dünnen Hefebreies und ½ Liter Wasser in eine mit doppelt durchbohrtem Korke versehene Kochflasche gebracht.

2. 100 g Beeren von genau derselben Beschaffenheit wurden mit 500 ccm Wasser allein in eine ebensolche Kochflasche gebracht.

3. 25 g breiiger Hefe wurde mit nur dem gleichen Volum Wasser in ein ebensolches kleineres Fläschchen gebracht.

Dann wurden alle die Flaschen mit Glas und Kautschuk mit einander verbunden und durch alle 3 in der Richtung 3, 2, 1 derselbe Kohlensäurestrom geleitet.

Der Versuch dauerte 21 Stunden. Versuchstemperatur 25° C.

Nach Eröffnung der Flaschen wurden in der Hefe der Flasche 3, in dem Wasser der Flasche 2, in den Beeren dieser Flasche, in der mit Hefe vermischten Flüssigkeit der Flasche 1, endlich in den Beeren derselben besondere Alkoholbestimmungen durch Destillation und mit Hilfe des Pyknometers vorgenommen. Das hierbei erhaltene Resultat war das folgende:

Flasche		Alkohol Gramm	Alkohol °/o der Masse
3	In der Hefe für sich	0,054	0,11
2	Im Wasser	0,006	0,0012
2	In den Beeren	0,054	0,054
1	In der Hefe + Wasser	0,024	0,0043
1	In den Beeren	0,064	0,064

Wieder war der Alkoholgehalt der Beeren in dem Versuche mit Hefe etwas grösser als in dem Versuche ohne Hefe (0·064% gegenüber 0,054%), und erst wenn man im letzteren Fall den in das Wasser auf dem Wege der Diffusion übergegangenen Alkohol mitrechnet, wird der Unterschied beinahe ganz ausgeglichen. Im ersteren Falle konnte die Alkoholdiffusion in die umgebende Flüssig-

keit, die in Folge der Selbstgärung der Hefe (oder eines natürlichen Alkoholgehalts derselben) relativ nicht unansehnliche Mengen von Alkohol enthielt, nur sehr unbedeutend sein. Als nebensächliches Resultat ergibt sich noch, dass die Alkoholproduction der Hefe in der umgebenden Flüssigkeit bei dem neuen Versuch bedeutender gewesen war, als das Jahr zuvor, wo Presshefe genommen war. Ferner war diese Alkoholproduction bedeutender in der minder verdünnten Flüssigkeit. Offenbar hatte also die Hefe in Flasche 1 durch das viele Wasser eine Schwächung erlitten. Doch dies hat nur eine indirecte Bedeutung. Nehmen wir an — und das muss ganz dicht bei der Wahrheit sein —, aus den Beeren, die (in Flasche 1) mit Hefe in Berührung waren, sei die Hälfte Alkohol als in dem vergleichenden Versuch in die umgebende Flüssigkeit diffundirt, dann ist die Alkoholproduction

der Beeren ohne Hefe 0,060 g
„ „ mit „ 0,067

Dann würde neben 6 cg Alkohol, durch Selbstgärung erzeugt, 7 mg Alkohol als durch die Fernwirkung der Hefe erzeugt sich ergeben. Dieser Betrag ist wieder so gering, dass ich nicht wage, ihm irgend einen Werth beizumessen. Denn wenn das Parenchym der reifen Beeren ein gewisses Alkoholproductionsvermögen besitzt, so ist eine Steigerung dieser Production um rund 10% unter etwas variirenden Umständen gewiss nichts so Ausserordentliches, dass man dafür eine ganz neue Gärungstheorie, die ausser dieser noch keine experimentelle Stütze besitzt, aufstellen darf. Der Abschluss von Sauerstoff, die Hauptbedingung der Selbstgärung, wird trotz aller experimenteller Vorsichtsmaassregeln in Flasche 1, worin sich die sauerstoffbegierige Hefe befand, immer etwas vollständiger gewesen sein als in Flasche 2, obwohl auch die Kohlensäure, die durch diese strich, absichtlich zuerst durch die Flasche 3 mit Hefe geführt worden war.

Der Unterschied, obgleich constant in den beiden Reihen vom Jahre 80 und 81 wiederkehrend, erscheint mir also zu gering, um eine so folgenschwere Theorie darauf zu basiren. Andrerseits sah ich keine Möglichkeit, durch weitere Variationen der Versuche die Natur mit grösserer Deutlichkeit zu einer Antwort auf die gestellte Frage zu

zwingen, namentlich da eine so kleinbeerige Frucht wie die gewählte die denkbar günstigsten Verhältnisse darbieten musste. Genug, dass die Nägeli'sche Beobachtung als unzulänglich für einen ernstlichen Entscheid aufgewiesen werden konnte. Ein zweiter Punkt, an dem die experimentelle Entscheidung einzusetzen hatte, ist in der Einleitung zu dieser Mittheilung hervorgehoben worden. Es ist dies die Frage nach der gegenseitigen Störung zweier verschiedener Gärungen[1]), nicht bloss secundär durch (die fremde Gärung) störende Gärungsproducte, sondern direct durch die „Gärungsbewegung" selber.

Ich habe nur zwei Versuchsreihen, die eigentlich lediglich zur vorläufigen Orientirung dienen sollten, in dieser Richtung angestellt. Dieselben fielen aber gleich so entscheidend gegen die Nägeli'sche Auffassung aus, dass ich von weiteren Versuchsanstellungen absehen zu sollen meinte — dieselben wenigstens verschiebend, bis auch von der andern Seite deutlich beschriebene Versuche vorgeführt sein würden.

3. Versuchsreihe.

10proc. Rohrzuckerlösung mit eingedampftem Hefeextract braun gefärbt und mit etwas Marmorpulver in offenen Kolben bei $\pm$. 30° C. der spontanen Infection und sich selber überlassen, zeigt regelmässig starke Säuerung, die das Marmorpulver ebenso viel begünstigt, als es durch Neutralisation die freie Säure beseitigt. Die mikroskopische Untersuchung zeigt die massenhafte Entwicklung von Stäbchenbakterien. Etwa daneben sich einstellende Hefepilze können durch wiederholtes Filtriren auf ein Minimum beschränkt werden. Setzt man kein neues Marmorpulver zu, so hält die Säuerung durch Bakteriengärung noch einige Tage an, da dann ein für die weitere Fortsetzung dieser Gärung unzuträgliches Quantum von Säure gebildet ist. Diese Gärungen sind in der Regel Milchsäuregärung. Es kann daneben aber auch Gluconsäuregärung statt haben[2]); auch

---

1) Ueber die etwaige gegenseitige Störung zweier durch Enzyme eingeleiteter Fermentprocesse habe ich gehandelt in meiner soeben erscheinenden Monographie: Ad. Mayer, die Lehre von den chemischen Fermenten etc. (Heidelberg 1882) S. 98.

2) Vgl. L. Bontroux, Compt. rend. T. 91 p. 236.

Essigsäurebildung, wenn durch gleichzeitige alkoholische Gärung etwas Rohmaterial für diese gebildet ist. Der Entscheid, mit welchen von ihnen man es zu thun hat, lässt sich im Allgemeinen nur auf analytischem Wege geben, da die Organismen für die beiden letzten Fälle nach den vorliegenden Untersuchungen identisch sein können und auch Milchsäure und Essigsäure bildende Bakterien sich ganz allgemein nicht sicher unterscheiden lassen.

Wir brauchen indessen für unseren Fall diese Complicationen gar nicht zu berühren, da es uns nur darum zu thun zu sein braucht, die Bakteriengärung gegenüber der Hefegärung zu setzen, die erstere zu messen an dem Säurezuwachs, die letztere an der Alkoholerzeugung, und zu sehen, inwieweit die eine der andern Schaden thut.

Von solcher in saurer Gärung befindlicher Flüssigkeit, die jedoch noch so arm an freier Säure war, dass der Gehalt daran in den folgenden Tabellen unberücksichtigt bleiben kann, wurden 4 Portionen von je 100 ^{ccm} in Kölbchen in ein gemeinschaftliches Wasserbad gesetzt, das Tag und Nacht auf ungefähr 30° erhalten wurde.

Kölbchen Nr. 1 blieb ohne Hefezusatz.
„ Nr. 2 erhielt 1/4 ^{ccm} einer durch Presshefe milchig getrübten Flüssigkeit.
„ Nr. 3 erhielt 1 ^{ccm} der gleichen Flüssigkeit.
„ Nr. 4 „ 5 ^{ccm} „ „ „

Nach 24 Stunden wurde der Alkoholgehalt und ebenso der Gehalt an titrirbarer Säure in den 4 Flüssigkeiten bestimmt. Die erstere Bestimmung geschah mit einem Vaporimeter, für dessen Scala wir indessen eine sorgfältig ausgearbeitete Revisionstabelle besitzen, und nachdem der constante Fehler (durch die andern Bestandtheile der Gärungsflüssigkeit) bestimmt worden war. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle aufgezeichnet, wobei die titrirte Säure als Milchsäure in Rechnung gestellt wurde.

	Gehalt an Säure	an Alkohol
Nr. 1 Flüssigkeit ohne Hefe	0,21 %	0,3 %
Nr. 2 „ mit Hefe	0,19	0,5
Nr. 3 „ mit der vierfachen Menge Hefe	0,23	0,7
Nr. 4 „ mit der zwanzigfachen „ „	0,28	2,2

Wie man sieht, hat auch spontan in der Flüssigkeit Nr. 1 sich etwas alkoholische Gärung eingestellt — trotz dem Abfiltriren, gewiss allein schon ein Beweis, dass auch geringe Mengen von Hefezellen ihr Dasein zu vertheidigen wissen gegen eine Ueberzahl von Bakterien, wenn nur die Mischung der Flüssigkeit ihnen zusagt. Doch war die alkoholische Gährung da nicht sichtbar, auch in Nr. 2 nicht. In Nr. 3 war Gasentwicklung nur nach dem Umschütteln bemerkbar, in Nr. 4 dagegen war starke Gasentwicklung regelmässig zu sehen.

Sehen wir von der minimen alkoholischen Gärung in Nr. 1 ab, und bringen den daselbst wahrgenommenen Gehalt an Alkohol auch bei den übrigen Flüssigkeiten in Abzug, so bleibt für die zugefügte Hefe eine Alkoholentwicklung übrig.

Nr. 2	Hefemenge 1	0,2 %
Nr. 3	„ 4	0,4
Nr. 4	„ 20	1,9

Erachten wir Versuchsfehler von 1/10 % Alkohol für zulässig, so sehen wir, dass die alkoholische Gärung im selben Verhältniss Platz gegriffen, als Hefe anwesend war. Von einer abgeschwächten alkoholischen Gärung bei Zusatz von wenig Hefe, wie es nach den Nägeli'schen Anschauungen zu erwarten war, ist nichts wahrzunehmen. Eher das Gegentheil.

Die Säureproduction, die in Folge des gleichen Zusatzes von die Säuregärung einleitenden Bakterien, bei steigender Menge von Hefe, in den letzten Nummern als abgeschwächt hätte erscheinen müssen, ist gerade umgekehrt grösser in diesen Fällen. Diese jedenfalls unerwartete Abweichung ist einstweilen zu erklären aus einer beginnenden Essiggärung, die in dem Maasse, als Alkohol anwesend war, grössere Dimensionen annehmen konnte. Vgl. hierüber die Resultate des zweiten Versuchstages, die sich zunächst in der folgenden Tabelle darstellen.

	Gehalt an Säure, berechnet auf Milchsäure	Gehalt an Alkohol
Nr. 1 Flüssigkeit ohne Hefe	0,25 %	0,2 %
Nr. 2 „ mit „	0,54	0,4
Nr. 3 „ „ 4 mal so viel Hefe . . .	0,69	1,3
Nr. 4 „ „ 20 mal „ „ „ . . .	0,85	3,5

Die Resultate lehren dasselbe, wie die des ersten Tages. Nur dass durch die mehr und mehr überhand nehmende Essiggärung dieselben getrübt erscheinen, wie auch deutlich in einigen der Kölbchen die bekannte Essighaut zu erkennen war und alle Flüssigkeiten bei der Destillation flüchtige Säure gaben, deren Gehalt selbst ziemlich proportional mit dem Gesammtsäuregehalt zu sein schien.

Wenn der Versuch somit, besonders am zweiten Tage, einigen Zweifel darüber lässt, mit welcher Bakteriengärung man es überwiegend zu thun hatte, so erscheint kein Zweifel darüber möglich, selbst wenn man die Möglichkeit in Betracht zieht, dass ein Theil der Säure auf Kosten von Alkohol gebildet sein sollte, dass diese Alkoholproduction anfangs ziemlich proportional mit der zugesetzten alkoholischen Hefe erfolgte. Später wird diese Proportionalität unmöglich, weil die Menge von Zucker im 4. Kölbchen endlich erschöpft sein muss und schädliche Gärungsproducte sich anhäufen. Die Flüssigkeiten, in denen die Bakterien anfangs im Ueberschusse waren, sind also keineswegs durch die diesen eigene Stoffumsetzung an der alkoholischen Gärung gehindert worden.

Umgekehrt ist im Kölbchen 4, wo starke alkoholische Gärung mit Aufwirbelung der Hefemassen bestand, die Bakteriengärung nicht gehindert, nein, sie ist im Gegentheile durch die alkoholische Gärung begünstigt worden, vermuthlich weil die mit etwas Alkohol vermischte Flüssigkeit ein besseres Gärungssubstrat darbot. Ich habe mir wohl den Einwurf gemacht, dass es sich ja im letzteren Falle allein um Essiggärung handeln könnte, und dass diese neben alkoholischer Gärung auch nach der Nägeli'schen Auffassung wohl zusammen bestehen könnte, weil sie in verschiedenen Zonen derselben Flüssigkeit verlaufen könnten, die eine oben, die andere unten, ohne einander wehe zu thun. Allein gerade die quantitative Analyse erwies die Flüssigkeit Nr. 4 keineswegs besonders reich an flüchtiger Säure, so dass auch hierin kein Anknüpfungspunkt für eine Erklärung im Nägeli'schen Sinne gegeben ist.

Der gleiche Versuch wurde noch ein zweites Mal wiederholt. In 100 ccm einer in Milchsäurebildung befindlichen Flüssigkeit von ursprünglich 10 % Rohrzucker mit Hefeextractstoffen vermischt, welche 2 Stunden vor Beginn des Versuchs 0,036 % Säure (auf

Milchsäure berechnet) enthielt, unmittelbar bei Beginn des Versuchs 0,05% Säure, wurde in 4 Kölbchen gegeben, die dadurch bis zum Halse angefüllt wurden. Mikroskopisch waren in der Flüssigkeit viele Stäbchenbakterien und wenige schlechtgebildete Saccharomyceszellen nachweisbar.

Kölbchen 1 blieb ohne Zusatz von Hefe.
„ 2 erhielt einen Zusatz von 0,25 ccm einer durch Presshefe milchig getrübten Flüssigkeit.
„ 3 erhielt 1 ccm dieses Zusatzes.
„ 4 „ 5 ccm „ „

Um Essigsäuregärung abzuhalten, wurde eine Schicht geschmolzenen Fettes oben in die Kölbchen gethan. Alle 4 Kölbchen wurden 24 Stunden bei 30° in einem gemeinschaftlichen Wasserbade gehalten. Dann wurde titrirt und der Alkohol bestimmt mit dem folgenden Resultate:

	Säure (als Milchsäure) nach Abzug der ursprünglichen	Alkohol	
		absolut	mehr als in I
I. ohne Hefe . . .	0,09 %	0,3 %	—
II. Hefemenge 1 . .	0,24	0,8	0,5 %
III. „ 4 . .	0,24	1,3	1,0
IV. „ 20 . .	0,64	2,3	2,0

Was den Alkoholgehalt angeht, so steigt derselbe regelmässig mit dem zunehmenden Hefegehalt, wie auch die Kohlensäureentwicklung sich deutlich in demselben Verhältnisse abstufte. Auch diesmal ist keine volle Proportionalität vorhanden, ähnlich wie bei dem ersten Versuche nach dem zweiten Versuchstage, nach welchem das Stadium der Vergärung in der Mehrzahl der Fälle ein ähnliches ist. Dies ist natürlich, weil bei der begrenzten Menge von Zucker und der Anhäufung der ungünstigen Gärungsproducte, jedes Surplus unter ungünstigeren Bedingungen arbeitet, und dies umsomehr, je weiter die Gärung schon an sich fortgeschritten. Die Nägeli'sche Hypothese hätte, wie wir uns erinnern, eine umgekehrte Abweichung erwarten lassen und wohl gar eine völlige Unterdrückung der alkoholischen Gärung im Kölbchen Nr. 2. Die Milchsäuregärung hätte dagegen in Kölbchen Nr. 5 zurückgedrängt werden müssen, wo doch die alkoholische Gärung so stark war, dass durch dieselbe innerhalb 24 Stunden 46% des anwesenden Zuckers zer-

setzt wurde. Was wir beobachten, ist das Gegentheil. Die Säureproduction wächst wie im vorigen Versuche mit der stärkeren alkoholischen Gärung, ist also durch dieselbe geradezu begünstigt worden, trotzdem dass in diesem Falle von Essiggärung auf dem Wege der Oxydation von Alkohol nicht die Rede sein konnte. Zum Ueberflusse wurde gerade in Kölbchen 4 durch dreimaliges Destilliren bis auf wenige Tropfen Rest die Menge von Essigsäure bestimmt, und obgleich diese Operation erst ausgeführt wurde, nachdem das Kölbchen mit der Flüssigkeit schon 3 Stunden der Fettschichte beraubt an der Luft gestanden hatte, so wurde doch nur 0,14% Essigsäure darin gefunden, durch welche Beimengung im schlimmsten Falle die erst erhaltenen Resultate kaum modificirt werden würden. Es scheint also die Milchsäurebildung (oder eine andere analoge saure Bakteriengärung, die wir hier nicht zu identificiren brauchen) durch das Bestehen einer alkoholischen Gärung nicht bloss nicht benachtheiligt, sondern geradezu befördert zu werden, vielleicht durch eine Vorarbeit hinsichtlich der Invertirung des Rohrzuckers oder durch eine modificirte Stickstoffernährung oder etwas dergleichen. Von der Beeinflussung im Nägeli'schen Sinne ist aber nichts zu spüren.

Ich erkenne gerne, Versuche, wie die oben beschriebenen, sind keine solche, die ein letztes Wort in einer wichtigen Frage zu reden berufen sind. Der erste sollte, wie gesagt, nur zur Orientirung angestellt werden. Aber derselbe lehrte mich einmal sogleich mehr, als ich zunächst zu wissen begehrte, und ferner ersah ich aus den so gefundenen Thatsachen, dass ein wirkliches Experimentum Crucis, wie es etwa im Folgenden projectirt war, wegen der ungenauen Bekanntschaft mit den Bakteriengärungen, ihren Bedingungen und Producten seine grossen Schwierigkeiten haben müsse.

1. Nährlösung mit Zucker und Hefeextract. Aussaat Hefe.
2. „ dieselbe. Aussaat Milchsäurebakterien.
3. „ dieselbe. Aussaat von 1 und 2.
4. „ dieselbe mit der gekochten Flüssigkeit von 2. vermischt, nachdem darin 1 Tag Milchsäuregärung stattgefunden. Aussaat Hefe.
5. „ dieselbe mit der gekochten Flüssigkeit von 1. vermischt, nachdem 1 Tag alkoholische Gärung stattgefunden. Aussaat Milchsäurebakterien.

Einen derartigen Versuch anzustellen, dürfte es erst an der Zeit sein, wenn wir die Bedingungen einer bestimmten Bakteriengärung so genau kennen, als die der alkoholischen Gärung. Das Resultat desselben erscheint mir aber nach Mittheilung der vorstehenden Versuche kaum zweifelhaft.

Ich bestreite nicht, dass hier und da einmal ein Paar Gärungen werden gefunden werden können, die sich gegenseitig ausschliessen oder beschränken. Allein dem wird kein allgemeines Gesetz zu Grunde liegen, sondern ein Specificum, wie die Production eines Giftstoffes für den concurrirenden Gärungsorganismus.

Diesem unserem Resultate gegenüber muss es als auffallend erscheinen, dass v. Nägeli in seinem mehr citirten Buche in einer von uns in der Einleitung zu dieser Abhandlung wörtlich wiedergegebenen Stelle es als eine Thatsache hinstellt, dass Hefepilze umsomehr Aussicht haben, über gleichzeitig in der Flüssigkeit vorhandene Bakterien obzusiegen, wenn eine kräftige Gärung durch sie eingeleitet wird, während sie geringe Chancen haben, sobald — sei es aus Mangel an Zucker oder an angezüchteter Gärbefähigung — dies nicht der Fall ist. Dennoch glaube ich, dass die wirklichen Thatsachen, die dieser Auffassung zu Grunde liegen, dem von uns erhaltenen experimentellen Resultate in keiner Weise widersprechen. Pasteur waren die zu Grunde liegenden Thatsachen auch nicht fremd, aber seine Schlussfolgerung ist eine andere, und eine solche, die sich mit den hier mitgetheilten Versuchsresultaten sehr wohl verträgt. „Es ist eine Beobachtungsthatsache," sagt dieser Forscher, „dass das Ueberwiegen der einen Cultur (scil. von Gärungsorganismen) einer anderen mehr eingeschränkten Cultur Schaden thut, weil sich die erstere auf Kosten der letzteren der Nährstoffe, namentlich des Sauerstoffs, bemächtigt[1])."

v. Nägeli müsste erst gezeigt haben, dass diese und ähnliche Meinungen über die Ursache der wahrgenommenen Verdrängungserscheinungen zur Erklärung eines bestimmten mit Zahlenangaben belegten Falles unzureichend sind, ehe er erwarten darf, dass die experimentelle Forschung wieder an diesem Punkte anknüpft.

1) Vgl. Pasteur, Études sur la bière (Paris 1876) p. 214.

In der kleinen Abhandlung, an deren Schlusse wir angelangt sind, habe ich mich ausschliesslich mit der angeblichen Fernwirkung der Gärungsorganismen beschäftigt. Die Besprechung der gegenseitigen Schädigung zweier niederer Organismen im gemeinschaftlichen Medium ward nur herangezogen als mögliches Beweismittel in der beabsichtigten Richtung. War eine Schädigung im Nägeli'schen Sinne nachzuweisen, so war die Fernwirkung und die Unverträglichkeit der zweierlei Bewegungszustände mit einem Schlage gegeben. Natürlich kann auch der letztere Punkt allein und für sich einer Erörterung unterzogen werden, am besten bei den Enzymen, die ja sowohl nach den Nägeli'schen Anschauungen, als nach meiner eigenen, gerade in Bezug auf den in dieser Frage kritischen Punkt grosse Uebereinstimmung mit den Fermentorganismen zeigen. Die Interessenten in Betreff dieses Gegenstandes verweise ich nochmals auf meine eben erscheinende: „Lehre von den chemischen Fermenten etc.", Heidelberg 1882 S. 97.

Ueber Gärung ausserhalb der Hefezellen.

Von

C. Nägeli.

Vorstehende Abhandlung von A. Mayer wurde mir von der Redaction dieser Zeitschrift im Manuscript mitgetheilt, und ich benütze die Erlaubniss derselben zu einigen einschlägigen Bemerkungen. Die Kritik, welche der Verfasser an meiner Theorie der Gärung ausübt, ist insofern lehrreich, als sie wohl die meisten Leser in überzeugender Weise zu der Ansicht bringen kann, dass ich meine theoretischen Aufstellungen leichthin und ohne hinreichende thatsächliche Grundlagen gemacht habe. Nur die wenigen Naturforscher, die sich selber eingehend mit dem Gegenstand beschäftigt haben, werden im Stande sein, sich ein richtiges Urtheil zu bilden. Dies veranlasst mich, eine allgemeine Bemerkung über Gärungsversuche und die daraus zu ziehenden Schlüsse vorauszuschicken.

Die Gärungserscheinung ist ein physiologischer Vorgang. Wenn sie auch wie alle physiologischen Vorgänge durch physikalische und chemische Bewegungen zu Stande kommt, so werden diese doch durch die Verschlingungen im lebenden Organismus ganz ausserordentlich complicirt. Bei rein physikalischen und chemischen Fragen, d. h. bei solchen, welche die Stoffe ausserhalb der organischen Welt betreffen, kann ein einziger Versuch, der mit den nöthigen Vorsichtsmaassregeln ausgeführt wird, eine sichere Antwort geben, da fernere, in gleicher Weise angestellte Versuche nichts an seinem Ergebniss abändern. Bei physiologischen Versuchen verhält sich die Sache anders, weil man mit Organismen nicht einfach, wie mit unorganischen Körpern operiren kann. Zuerst muss man sich eine genaue Kenntniss ihrer Natur aneignen und mit Hilfe derselben die Versuche modificiren und vervielfältigen. Was insbesondere die Gärungsversuche betrifft, so sind dieselben zugleich Culturexperimente und setzen, wenn sie nicht resultatlos

ausfallen sollen, die hinreichende Kenntniss der Lebensbedingungen und der Gewohnheiten der zu cultivirenden Wesen nothwendig voraus. Der Mangel dieser Erfordernisse ist der Grund, warum die zahlreichen Versuche über Gärung, die meistens von Chemikern, zum Theil auch von Morphologen angestellt wurden, zu so widersprechenden Behauptungen Veranlassung gegeben haben. Wer mit einem oder einigen wenigen Experimenten eine bestimmte Frage gelöst zu haben glaubt, gibt sich in der Regel einer Täuschung hin; würde er die Experimente wiederholen, so erhielte er oft ganz andere Ergebnisse und käme zu der Einsicht, dass er gewisse, die Störung veranlassenden Lebensbedingungen nicht berücksichtigte, und dass er sie erst kennen lernen muss, um bei besser angestellten Experimenten die Störung vermeiden zu können. So habe ich mich viele Jahre lang mit Versuchen über niedere Pilze und die durch dieselben hervorgebrachten Veränderungen ihrer Umgebung beschäftigt, ehe ich eine so allseitige und hinreichend gegründete Erkenntniss erlangt zu haben glaubte, um meine Ansichten öffentlich auszusprechen.

Ich verzichte darauf, die Kritik, welche der Verfasser meiner Gärungstheorie widmet, zu beleuchten, da die von demselben erhobenen Bedenken und Einwürfe schon seiner Zeit sorgfältigst erwogen wurden, und da dieselben auch bei einer aufmerksamen und verständnissvollen Prüfung meiner Darstellung sich als unstichhaltig erweisen dürften. Ebenso ist es überflüssig, die von dem Verfasser angezogene Erklärung Pasteur's über das gegenseitige Verhalten verschiedener Gärungspilze zu widerlegen, da dieselbe für ein physiologisches Verständniss sofort hinfällig wird, so wie ihr gegenüber das Richtige einmal ausgesprochen ist. Dagegen muss ich auf die von A. Mayer mitgetheilten neuen Experimente eintreten, die ja auch die Veranlassung zu seiner Abhandlung gegeben haben, und die in die Kategorie jener unzureichenden Versuche gehören, von denen ich vorhin gesprochen habe.

Die einen Experimente des Verfassers sollen die Frage entscheiden, ob Sprosshefezellen, wie ich es für wahrscheinlich halte, durch eine Membran hindurch, also gleichsam durch Fernwirkung, Zucker vergären können. Er findet zwar, dass die Früchte (Johannis-

beeren), welche in Berührung mit Hefezellen waren, mehr Alkohol enthalten als die andern, macht aber, um dieses Resultat in seinem Sinne zu erklären, einige willkürliche Annahmen, deren Richtigkeit durch Controlversuche hätte geprüft werden sollen. Da es mir schien, dass die von dem Verfasser erhaltenen Zahlen unmöglich die richtigen Verhältnisse ausdrücken könnten und dass irgend welche Fehlerquellen einen störenden Einfluss gehabt hätten, so stellte ich selber einige Versuche an, nicht um die Frage zu entscheiden, sondern nur um eine bestimmte Orientirung zu gewinnen.

Versuch I mit weichen, schwarzen, sehr süssen Kirschen.

a) 200g Kirschen in einem luftdicht verschlossenen, mit gut ausgekochtem, also luftfrei gemachtem Wasser ganz gefüllten Kolben von 400ccm Gehalt.

b) 200g Kirschen in einem luftdicht verschlossenen Kolben, in welchen zur vollständigen Verdrängung der Luft während ½ Stunde Kohlensäure eingeleitet und später die Durchleitung von CO_2 periodisch wiederholt wurde.

c) 100g Kirschen in fettem Oel.

d) 200g Kirschen in dünnem Hefebrei (von Presshefe). A. Mayer hatte seinen „dünnen Hefebrei" noch mit der 20fachen Menge Wasser verdünnt, ein Umstand, dessen Grund mir entgeht, und der einem ausgesprochenen Versuchsresultat nur hinderlich sein konnte.

Nach einer Versuchsdauer von 40 Stunden, während denen die 4 Proben nebeneinander im Laboratorium standen, wurde der Alkoholgehalt von Dr. Oskar Loew bestimmt; er betrug auf je 100g Kirschen:

a) 0,0585g in den Kirschen und 0,0560g im Wasser, zusammen 0,1145g Alkohol. Die ganze Wassermenge, in welcher die 200g Kirschen lagen, enthielt 0,1121g Alkohol. Die Kirschen waren sämmtlich aufgesprungen, wodurch sich der grosse Gehalt des Wassers an Weingeist erklärt.

b) 0,1044g in den Kirschen.

c) 0,1066g in den Kirschen.

d) 0,1493g in den Kirschen und 0,2094g in dem Hefebrei; der ganze Hefebrei, in welchem die 200g Kirschen lagen,

enthielt 0,4188g Alkohol. Diese beträchtliche Menge rührt offenbar von dem ausgetretenen Zucker her; die Kirschen waren nur wenig aufgesprungen.

Leider war versäumt worden, die Früchte vor dem Versuch auf ihren Alkoholgehalt zu untersuchen. Nachträglich wurde dann in den gleichen Kirschen 0,0621g Alkohol auf 100g Früchte gefunden. Wird diese Menge als ursprünglich in den Versuchskirschen vorhanden angenommen, was vielleicht etwas zu viel ist, so wurde während des Versuches erzeugt:

a) 0,0524g Alkohol (in den Kirschen und im Wasser).
b) 0,0423g Alkohol (in den Kirschen).
c) 0,0445g Alkohol (ebenso).
d) 0,0872g Alkohol (ebenso).

Versuch II mit harten, schwarzen, süssen Knackkirschen, in denen keine Spur Alkohol nachgewiesen werden konnte. Jede der 4 Nummern erhielt 100g Früchte.

a) In Wasser, in welchem 5% Rohrzucker und 3% saures schwefligsaures Natron ($NaHSO_3$) gelöst waren. Der Zucker wurde zugesetzt, um das Aufspringen zu verhindern, das schwefligsaure Salz, um die auf der Oberfläche sitzenden Hefezellen unwirksam zu machen, da bei anderen Versuchen (mit anderen Kirschen) sich gezeigt hatte, dass 2½% des Salzes die Gärung des ausgetretenen Zuckers an der Oberfläche der Früchte nicht aufzuheben vermochten.
b) In einer Atmosphäre von CO_2 (wie I, b).
c) In fettem Oel.
d) In dickem Hefebrei.

Als der Versuch nach 40, resp. nach 60 Stunden, unterbrochen wurde, zeigte es sich, dass ein Theil der Kirschen in a und d aufgesprungen war. Dieselben wurden beseitigt und nur die ganz gebliebenen auf den Alkoholgehalt untersucht.

a) Trotz der 5% Zucker waren nach 40 Stunden die Kirschen theilweise aufgesprungen. In den übrigen (72,8g) fand sich keine Spur Alkohol. Offenbar war in diesem Falle das schwefligsaure Salz in die Früchte eingedrungen und hatte den Lebensprocess zum Stillstehen gebracht.

b) 0,0798g Alkohol nach 60 Stunden.

c) 0,1221g ebenfalls nach 60 Stunden.

d) Nach 40 Stunden war schon ein grosser Theil der Kirschen aufgesprungen; dieselben wogen 44,3g, die nicht aufgesprungenen 62,1g. Wird der in den letzteren gefundene Alkohol auf das ganze Gewicht der Kirschen berechnet, so ergeben sich 0,1184g. Da der Versuch nach 40 Stunden beendigt wurde, so ist er nicht direct mit b und c, wo die Versuchsdauer 60 Stunden betrug, vergleichbar. Hätte er ebenfalls 60 Stunden gedauert, so würde sich ohne Zweifel um die Hälfte mehr Alkohol in den Kirschen gebildet haben, nämlich 0,1776g. Man hat somit folgende vergleichbare Zahlen:

In Kohlensäure IIb. 0,0798g Alkohol; Ib. 0,0423g
In Oel IIc. 0,1221g Alkohol; Ic. 0,0445g
In Hefebrei IId. 0,1776g Alkohol; Id. 0,0872g

Bei beiden Versuchen wurde also in denjenigen Kirschen, die von Hefebrei eingehüllt waren, eine nicht unbeträchtliche Menge von Alkohol mehr gebildet als in den anderen Proben, obgleich auch hier kein freier Sauerstoff dem Fruchtfleisch zur Verfügung stand. Es ist demnach wahrscheinlich, dass die der Epidermis anliegenden Hefezellen auf den Zucker im Innern eingewirkt haben. Doch sind die Versuche noch weit davon entfernt, eine sichere experimentelle Entscheidung zu geben; und es würde mir nicht eingefallen sein, sie zur Stütze meiner Theorie zu veröffentlichen, wenn ich nicht dazu durch die Publication der Experimente von A. Mayer, die ich für weniger correct halte, gezwungen worden wäre. In den beiderseitigen Versuchen kommen Unregelmässigkeiten vor, die auf unbekannte Fehlerquellen hindeuten (in dem Mayer'schen Versuch die ungleiche Menge Alkohol aus der gleichen Hefemenge, in den meinigen das ungleiche Verhältniss der Alkoholmengen zwischen Kohlensäure und Oel), und ich bin überzeugt, dass mit der Wiederholung solcher Versuche die Unregelmässigkeiten sich vermehren würden. Um alle Klarheit über die hier zusammenwirkenden Erscheinungen zu erlangen, müssten zuerst durch grössere Versuchsreihen bestimmte Vorfragen entschieden werden, und dann

erst könnte man die eigentliche Frage in experimentellen Angriff nehmen.

Ich halte jetzt noch die langdauernden Versuche für beweiskräftiger, wie ich sie früher mit verschiedenen Früchten in Wasser, in Oel und in Flaschen anstellte, die entweder eine Atmosphäre von Kohlensäure oder Luft, in welcher Schwefel verbrannt worden, enthielten. Die Früchte in Wasser liessen starke, die in Oel scheinbar keine, die in sauerstofffreien oder sauerstoffarmen Gasen nur schwache Gärung wahrnehmen. Die jetzigen kurzdauernden Versuche zeigen, dass in der ersten Zeit die Gärung der Früchte in Oel und in sauerstofflosen Gasen in gleicher Weise thätig ist wie in Wasser. Dabei ist zu beachten, dass die von Natur auf der Epidermis vorkommenden Hefezellen bei kurzdauernden Versuchen keine Gärwirkung ausüben können; erst nachdem sie aus dem Sporenzustande gekeimt oder aus dem trockenen vegetativen Zustande sich erholt und hinreichend vermehrt haben (was in Oel und in Luft nur, insofern etwas Saft heraustritt, erfolgt), vermögen sie bemerkbare Gärung zu verursachen.

A. Mayer theilt noch andere Versuche mit, welche die Frage entscheiden sollen, in wiefern die Concurrenz verschiedener Pilze einen Einfluss auf deren Lebensthätigkeit ausübe. Ich kann aber denselben keine Beweiskraft im Sinne des Verfassers zugestehen, da ich sowohl die Beurtheilung der analytischen Ergebnisse als besonders die Art und Weise, wie die Experimente angestellt wurden, beanstanden muss.

Da der Verfasser eine Flüssigkeit benutzte, welche schon Spaltpilze (Bakterien) und Sprosspilze (Bierhefezellen) enthielt und zu derselben noch verschiedene Mengen von Presshefe, welche bekanntlich in der Regel eine grössere Zahl von Spaltpilzen enthält, zusetzte, so ist wohl anzunehmen, dass in seinen Proben mit der Zunahme der Presshefe die Sprosspilze im Verhältniss zu den Spaltpilzen ebenfalls, aber nur in geringem Maasse zunahmen. Die analytischen Ergebnisse entsprechen durchaus den Erwartungen, die man nach meiner Theorie von vornherein aus dem Sachverhalte schöpfen musste. In den Nummern 1—4 der beiden ersten Versuche A. Mayer's ergab sich entsprechend der steigenden Spalt-

pilzmenge eine geringe Vermehrung der Milchsäure, der aber, ganz wie es die Gesetze der Concurrenz verlangen, eine sehr starke Vermehrung des Alkohols gegenüber steht. Ich setze hier noch einmal die Resultate an, indem ich die nach meinem Urtheil allein zutreffende Berechnung beifüge.

Versuch	Presshefe	Säure	Alkohol	Verhältniss der Säure zum Alkohol
I. Nr. 2	1	0,19	0,5	1 : 2,63
Nr. 3	4	0,23	0,7	1 : 3,04
Nr. 4	20	0,28	2,2	1 : 7,86
II. Nr. 2	1	0,54	0,4	1 : 0,741
Nr. 3	4	0,69	1,3	1 : 1,884
Nr. 4	20	0,85	3,5	1 : 4,118

Die Säure nimmt im I. Versuch von Nr. 2 zu Nr. 4 um 47%, der Alkohol um 340% zu; im II. Versuch beträgt die Zunahme der Säure von Nr. 2 zu Nr. 4 57%, die des Alkohols 456%. Nicht geringer stellt sich die Vermehrung des Alkohols gegenüber der Säure heraus, wenn man, wie der Verfasser es für Alkohol thut, die in Nr. 1 gebildeten Mengen abzieht; aber dies ist beim ersten Versuch nicht ausführbar, da die Säuremenge in Nr. 2 einen negativen Werth erhalten würde.

Wenn man also aus den Versuchen des Verfassers überhaupt einen Schluss zu ziehen sich getraut, so kann es nur der sein, dass die Anwesenheit einer grösseren Menge von Sprosspilzen die Thätigkeit der Spaltpilze beeinträchtigt, also das Gegentheil von dem, was der Verfasser geschlossen hat. Denn in keinem Falle ist die Annahme zulässig, dass das Verhältniss der Sprosspilze zu den Spaltpilzen in den Nummern 1 bis 4 der Versuche so stark zugenommen habe, wie das Verhältniss ihrer Gärproducte, worauf es hier einzig ankommt.

Einen anderen Fehler finde ich bezüglich der Beurtheilung, welche der Verfasser mit seinen analytischen Resultaten vornimmt, darin, dass er die Essigsäure als Milchsäure berechnet. Dieselbe ist aus dem Alkohol entstanden und ihre Bildung hat in einem anderen Theile der Flüssigkeit stattgefunden als die Milchsäurebildung. Sie sollte

daher bei richtiger Beurtheilung nicht, wie es geschehen ist, zu der Milchsäure addirt, sondern vielmehr als Alkohol berechnet und zu diesem addirt werden. Dann erst hätte man das richtige Verhältniss zwischen der concurrirenden Alkohol- und Milchsäuregärung; — und da ohne Zweifel die Essigbildung in den Nummern 4 der Versuche I und II am stärksten war, weil hier die Alkoholgärung zuerst sich verlangsamte, so wird die Zunahme des Alkohols von Nr. 2 zu Nr. 4 im Verhältniss zur Säurezunahme noch viel beträchtlicher, als ich es berechnet habe.

Noch mehr aber als die Beurtheilung der analytischen Resultate ist die Art und Weise zu beanstanden, wie die Experimente von dem Verfasser angestellt wurden. In der vorliegenden Frage handelt es sich um die Concurrenz oder um den Kampf ums Dasein zwischen zwei Pilzen. Soll die Stärke der beiden Gegner unter verschiedenen Umständen erforscht werden, so muss man vor allem ihr numerisches Verhältniss kennen, und dies um so mehr, wenn es sich um den Einfluss dieses Verhältnisses selbst handelt.

Beendigt man den Versuch in einer einzigen Cultur, wie es der Verfasser gethan hat, so muss man annähernd die Zahl der Sprosshefezellen und der Spaltpilze, die man zusammenbringt, feststellen und ebenso ihr Verhältniss am Schluss des Versuches. Man muss ferner die Menge des unvergorenen Zuckers in jeder Probe direct bestimmen (dieselbe darf nicht aus der Menge der Gärproducte berechnet werden), um das Stadium der Gärung zu kennen. Wir vermissen alle diese Angaben in den mitgetheilten Eperimenten, und müssen uns daher bei der Deutung derselben mit Vermuthungen begnügen. Bei der Versuchsanstellung, wie sie beliebt wurde, hätte es kein anderes, einigermaassen sicheres Verfahren gegeben als das, bestimmte Mengen einer reinen Bier- oder Weinhefe (nicht Presshefe) und einer reinen Milchsäurehefe in Nährlösungen, welche durch Hitze pilzfrei gemacht waren, zusammen zu bringen.

Aber auch bei Anwendung dieser Vorsichtsmaassregeln wären arge Versuchsfehler kaum zu vermeiden, und daher darf man sich nicht auf eine einmalige Cultur beschränken; sondern man muss eine Reihe von successiven Culturen anstellen, indem man das erste

Mal bestimmte Mengen der beiden Hefen in eine pilzfreie zuckerhaltige Nährflüssigkeit auspflanzt und aus der ersten Cultur durch Umzüchten eine zweite, aus dieser eine dritte ansetzt u. s. f. Bei richtigem Verfahren ist eine solche Kette von Versuchen nichts anderes als ein einziger langdauernder Versuch mit ungefähr gleich bleibendem Gärungsstadium. Bei jeder Umzüchtung kann man die Gärungsproducte bestimmen und das Verhältniss der beiden Pilzarten feststellen. Man erhält ein exactes Resultat über den Process der Verdrängung.

Eine zweite ganz unabweisliche Forderung für die Erforschung der Concurrenz zwischen zwei Pilzen besteht darin, dass dieselben auch wirklich zur Concurrenz gezwungen werden. Man darf den Versuch nicht etwa so anstellen, dass die beiden Pilze an verschiedenen Stellen in dem nämlichen Glase ungestört neben einander sich entwickeln. Die allerungeeignetsten Gefässe sind die von dem Verfasser für die beiden ersten Versuche angewendeten offenen Kölbchen mit 100^{ccm} Flüssigkeit. In denselben stellen sich immer, wegen der ungleichartigen Verhältnisse, 3, 4 und noch mehr verschiedene Pilze ein, die friedlich neben einander wachsen, wie dies thatsächlich auch in den Experimenten des Verfassers der Fall war, wo wenigstens 4 Pilze beisammen lebten, nämlich der Alkoholsprosspilz, der Kahmhautsprosspilz, der Milchsäurespaltpilz und der Essigsäurespaltpilz. Bestehen in dieser Weise mehrere Pilzvegetationen neben einander, so kann aus verschiedenen Ursachen bald die eine bald die andere vorherrschen, und man erhält dann unregelmässige Mengen der Gärproducte, wie in dem I. und III. Versuche des Verfassers. Gläser, in denen sich eine Kahmhaut einstellt, sollten an und für sich, besonders bei so geringen Mengen von Flüssigkeit, cassirt und nicht zur Feststellung der Resultate verwendet werden.

In dem Versuchsglas müssen die Verhältnisse für das Wachsthum der Pilze überall ganz gleich sein, damit sich die Concurrenz derselben überall in der nämlichen Weise einstelle. Deshalb muss vor allem der Luftzutritt ausgeschlossen werden, weil sonst die Oberfläche und der Grund der Flüssigkeit bezüglich der Ernährung einen Gegensatz bilden. Um diesen Zweck zu erreichen, ist aber das Bedecken mit geschmolzenem Fett, wie es der Verfasser ange-

wendet hat, nicht zweckmässig, weil dadurch der Sauerstoff nur unvollständig abgehalten wird. Als ich meine Versuche über Gärung im Jahr 1868 begann, wollte ich zuerst die Flüssigkeiten durch fettes Oel gegen die Luft abschliessen. Aber ich gab dieses Verfahren sofort wieder auf, weil unter der Oelschicht Schimmelpilze (Penicillium), die bei vollständigem Luftabschluss absolut nicht wachsen, kräftig vegetirten und ihre Fruchthyphen innerhalb des Oeles entwickelten. Es ist auch gar kein Grund vorhanden, um sich des Fettes zu bedienen, da man ja so leicht vermittelst Gärröhre den Luftzutritt abhalten oder in hohen, oben sich verengenden Gläsern vermittelst der durch die Gärung erzeugten Kohlensäure den Luftabschluss bewirken kann.

Wenn der geehrte Verfasser seine Gärversuche mit verbesserten Methoden wieder aufnimmt und alle für ein exactes Verfahren erforderlichen Cautelen anwendet, wenn er die Mühe nicht scheut, ein halbes Jahr oder länger daran zu wenden, um die Natur der verschiedenen Pilze und ihre Culturbedürfnisse kennen zu lernen, so wird er auch die für den Gärungschemiker gewiss nicht unwichtige Frage, wie eine reine Bierhefe zu erziehen und aus einem durch Spaltpilze verunreinigten Zeug wieder herzustellen ist, in befriedigender Weise lösen können, und er wird mir beistimmen, dass dies durch die Concurrenz der Pilze geschieht und dass der Pilz mit grösserer Gärtüchtigkeit den weniger gärtüchtigen im Wachsthum überflügelt und bei fortgesetzter Cultur nach einiger Zeit ganz verdrängt.

Untersuchungen über die Ernährung von Kindern im Alter von 2 bis 11 Jahren.

Von

Dr. med. Sophie Hasse

aus Moskau.

Ueber die Ernährungsverhältnisse erwachsener Menschen in den verschiedensten Lebensumständen besitzen wir gegenwärtig ein wenn auch noch nicht vollständiges, so doch reichhaltiges Material, das wir hauptsächlich den Bestrebungen Voit's und seiner Schüler, sowie der von dieser Seite ausgegangenen Anregung verdanken. Auch das Nahrungsbedürfniss von Kindern im ersten Lebensjahre ist durch die Arbeiten Forster's[1]), Camerer's[2]), Ahlfeld's[3]), Uffelmann's[4]) u. A. bis zu einem gewissen Grade festgestellt worden. Dagegen wissen wir bis jetzt sehr wenig darüber, welche Mengen der einzelnen Nahrungsstoffe Kinder verschiedenen Alters, vom zweiten Lebensjahre an, brauchen, um ihren Körper nicht nur auf seinem stofflichen Bestande zu erhalten, sondern ein normales Wachsthum desselben zu ermöglichen, und doch ist es nicht nur für die biologische Wissenschaft, sondern namentlich auch für das praktische Leben äusserst wichtig, das Ernährungsbedürfniss von Kindern in der Wachsthumsperiode vom zweiten Jahre an bis etwa zum Eintritt der Pubertät zu kennen, da einerseits die Nahrung solcher Kinder viel mannigfaltiger sein muss, als diejenige der Säuglinge, andrerseits Kinder überhaupt in Bezug auf Quantität und Qualität ihrer Nahrung viel mehr von äusseren Einflüssen (Wille und An-

1) Beiträge zur Ernährungsfrage (Ztschr. f. Biologie Bd. 9 (1873) S. 381).

2) Der Stoffwechsel eines Kindes im ersten Lebensjahre (Ztschr. f. Biologie Bd. 14 (1878) S. 383).

3) Ueber Ernährung des Säuglings an der Mutterbrust (1878).

4) Handb. d. privaten u. öffentl. Hygiene des Kindes (1881) S. 168 ff.

schauungen der Eltern und Erzieher) abhängen, als erwachsene Personen, und seltener als die letzteren in der Lage sind, in der Auswahl der Speisen und in der Menge des zu Geniessenden sich von ihrem Instincte und Geschmacke leiten zu lassen.

Prof. Voit[1]) hat aus der Speisentabelle des Waisenhauses in München eine Berechnung der Kostordnung und derjenigen Mengen von Eiweiss, Fett und Kohlehydraten gemacht, welche die Waisenkinder täglich erhalten, und hat hierbei ein Gesammtmittel von 79 g Eiweiss, 37 g Fett und 247 g Kohlehydraten pro Tag und Kind gefunden. Aber wie Voit selbst sagt, beziehen sich diese Mittelzahlen auf Kinder von 6 bis 15 Jahren, und da die älteren Kinder unzweifelhaft mehr essen als die jüngeren, so ist hieraus nicht zu entnehmen, wieviel von den einzelnen Nahrungsstoffen in der That auf ein Kind trifft. Dasselbe gilt auch von der Kost in dem Gurch'schen Gestift in Frankfurt a. O. (arme Kinder von 6 bis 15 Jahren), die von Voit auf 62 g Eiweiss, 25 g Fett und 300 g Kohlehydrate pro Kopf und Tag berechnet wird, sowie von derjenigen im Gossner-Hause in Berlin (arme Mädchen im Alter von 6 bis 17 Jahren), die sich im Mittel auf 74 g Eiweiss, 18 g Fett und 434 g Kohlehydrate beläuft. Ueberhaupt können richtig zusammengestellte Speisezettel von Erziehungsanstalten, deren Zöglinge bedeutende Altersdifferenzen nachweisen, wohl einen guten Begriff von der äusserst wichtigen Qualität der Kost geben, aber auf die Quantität der von Kindern verschiedener Altersclassen wirklich aufgenommenen Nahrungsstoffe lässt sich hieraus kein Schluss ziehen. Ausserdem dürften zur directen Bestimmung der unter normalen Verhältnissen von einzelnen Individuen genossenen Nahrungsmenge solche Anstalten minder geeignet sein als die Familie, da in der Anstalt die Art und Zubereitung der Speisen weit weniger den Wünschen und dem Geschmacke des Einzelnen entsprechend gewählt werden kann und das individuelle Nahrungsbedürfniss des Kindes weniger Berücksichtigung findet als zu Hause, was seinerseits nicht ohne Einfluss auf die Menge der Nahrung ist, welche das Kind an den einzelnen Tagen zu sich nimmt. Wenn man also einen richtigen Begriff davon bekommen will, welche Quantitäten von Eiweiss, Fett

1) Untersuchung der Kost in einigen öffentl. Anstalten S. 124 bis 141.

und Kohlehydraten Kinder verschiedenen Alters durchschnittlich im Tage aufnehmen, wenn sie ihrem eigenen Nahrungstriebe überlassen sind, so müssen die Beobachtungen unter solchen Verhältnissen angestellt werden, wo nicht nur in der Wahl der Speisen dem individuellen Geschmacke der Kinder Rechnung getragen wird, sondern wo das Kind auch in Bezug auf die Speisemenge, die es zu sich nehmen will, keinerlei Beschränkung unterliegt, sondern bei jeder Mahlzeit seinen natürlichen Appetit vollständig befriedigen kann.

Derartige Beobachtungen sind, unseres Wissens, zuerst von Camerer[1]) gemacht worden, der während längerer Zeit und zu wiederholten Malen die Grösse der Nahrungsaufnahme und des stofflichen Umsatzes bei seinen eigenen Kindern studirte, deren Alter während der Versuchszeit zwischen 2 und 11 Jahren schwankte. Auf die von Camerer hierbei erhaltenen Resultate werde ich später zurückkommen. Auch Uffelmann[2]) hat die Nahrungszufuhr bei Kindern verschiedenen Alters in Privathäusern (darunter seiner eigenen Söhne) berechnet und sodann auf Grund der Untersuchungen Camerer's und persönlicher Beobachtungen folgende Normen der Nahrungszufuhr für die einzelnen Altersclassen pro Kopf und Tag aufgestellt:

Lebensjahr	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
1½	42,5g	35,0g	100,0g
2	45,5	36,0	110,0
3	50,0	38,0	120,0
4	53,0	41,5	135,0
5	56,0	43,0	145,0
8 bis 9	60,0	44,0	150,0
12 bis 13	72,0	47,0	245,0
14 bis 15	79,0	48,0	270,0

Ohne die Bedeutung dieser Zahlen herabsetzen zu wollen, muss man doch sagen, dass dieselben auf einer zu geringen Menge von Untersuchungen beruhen, als dass man sie als wirkliche Normen betrachten und etwa bei der Bemessung der Kost in Erziehungs- und Pflegeanstalten zur directen Richtschnur nehmen könnte. Es dürfte überhaupt kaum thunlich sein, allzueng begrenzte Kostnormen,

1) Versuche über den Stoffwechsel, angestellt mit fünf Kindern im Alter von 2 bis 11 Jahren (Ztschr. f. Biologie Bd. 16 (1880) S. 25.

2) a. a. O. S. 260 u. 264.

die ja nur für das mittlere Kind jeder einzelnen Altersclasse berechnet sein könnten, aufzustellen. Wir dürfen nicht vergessen, dass in jedem einzelnen Falle wir einem besonderen Organismus gegenüberstehen, der in seinem stofflichen Bestande, in der Masse seiner Organe, und somit auch in seinem Nahrungsbedürfnisse, von dem mittleren oder idealen Menschen der betreffenden Altersclasse mehr oder weniger abweicht. Je geringer also die Zahl der Beobachtungen ist, desto mehr werden sich die Resultate derselben von den wirklichen Mittelwerthen entfernen, da der Einfluss zufälliger Umstände (physische Entwicklung der Versuchskinder, ihre persönlichen Neigungen, die Art ihrer Beschäftigung und Lebensweise zur gegebenen Zeit, die ökonomische Lage der Eltern u. s. w.) sich hierbei allzusehr geltend macht. Durch Vermehrung der Beobachtungen unter den verschiedensten äusseren Bedingungen muss der Einfluss dieser Zufälligkeiten studirt und sodann eliminirt werden, wenn man zu wirklichen Mittelzahlen gelangen will. Namentlich schien es mir wichtig, die Grösse der täglichen Nahrungsaufnahme einerseits bei Kindern, deren Eltern in bescheidenen oder sogar ärmlichen Verhältnissen leben, andrerseits bei Kindern begüterter Familien festzustellen. Wenn man in beiden Fällen körperlich gut entwickelte, gesunde Kinder vor sich hätte, so könnte man hierdurch einen Einblick bekommen in diejenigen Schwankungen der Nahrungsaufnahme, welche durch die Lebensstellung der Familien bedingt werden, und gelänge es vermuthlich auch das Minimum der einzelnen Nahrungsstoffe zu finden, welches gesunde Kinder verschiedener Altersclassen zu gedeihlicher Entwicklung nöthig haben. Leider war es mir bis jetzt unmöglich eine zu derartigen Beobachtungen, die immerhin ein gewisses Verständniss von Seite der Untersuchungsobjecte voraussetzen, geeignete arme Familie zu finden und ich konnte deshalb vor der Hand nur den einen Theil der mir gestellten Aufgabe lösen, nämlich die Bestimmung der täglichen Nahrungsaufnahme bei Kindern in wohlhabenden Häusern. Die folgenden Beobachtungen wurden an Kindern zweier Familien ausgeführt, von denen die eine in St. Petersburg, die andere (ebenfalls russischer Abkunft) in Zürich lebt. Die Untersuchungen erstreckten sich in der ersten Familie auf 4 Mädchen, in der letztern auf

2 Mädchen. Die Züricher Kinder wurden nur einer Beobachtungsreihe von 3 Tagen unterworfen, während mir über die Petersburger Kinder die Resultate zweier Reihen zur Verfügung stehen, von denen die erste (April 1880) 6 Tage, die zweite dagegen (December desselben Jahres) nur 3 Tage dauerte. Der zwischen beiden Versuchsreihen liegende Zeitraum beträgt 7 Monate und 20 Tage, während welcher die Kinder, wie weiter unten angegeben werden soll, erheblich an Wachsthum zunahmen, so dass man die zweite Reihe nicht sowohl als Fortsetzung des ersten Versuchs, sondern eher als selbständige Untersuchung an Kindern anderer Altersclassen betrachten kann.

Um dem Leser einen Begriff zu geben von den Ernährungsverhältnissen dieser Kinder vom Momente der Geburt an, will ich erwähnen, dass die Petersburger Kinder bis zum Alter von 1 Jahre und 3 Monaten Muttermilch bekamen; vom 10. Lebensmonate an erhielten sie ausserdem gewöhnlich weichgesottene Eier, Fleischbrühe, Coteletts aus feingeschabtem Fleisch; vom Ende des ersten Jahres an wurde allmählich die Muttermilch durch Kuhmilch ersetzt, in der Weise, dass von dieser Zeit an die Kinder nur Nachts die Mutterbrust erhielten. Breie aller Art, oder in Milch getunktes Brot u. s. w., liebten die Kinder nicht. Da der Uebergang von der Mutterbrust zu anderer Nahrung nur allmählich stattfand, so blieben diese Kinder von den gewöhnlichen Ernährungsstörungen des Kindesalters vollkommen verschont. Ueberhaupt wurden sie auch später von keinerlei ernsthaften Erkrankungen heimgesucht, mit Ausnahme des ältesten Mädchens, welches im 5. Lebensjahre einen schweren Abdominaltyphus durchmachte und 2 Jahre später an Diphtherie erkrankte, ohne dass jedoch irgendwelche dauernde Störungen in der körperlichen Entwicklung auf diese Erkrankungen gefolgt wären.

Die Ernährungsverhältnisse der Züricher Kinder, in der ersten Zeit nach der Geburt, waren weniger günstig, da das ältere dieser Mädchen nur während der Dauer von 6 Monaten, das jüngere nur etwa 4 Monate lang die Mutterbrust erhielt.

Zur Zeit der Beobachtung waren sowohl die Petersburger als die Züricher Kinder vollkommen gesund und blühend, mit gut ent-

wickelter Musculatur und hinreichendem Fettpolster versehen. Um aber ein objectives Kriterium ihrer körperlichen Entwicklung zu geben, will ich hier die Körperlänge, das Körpergewicht[1]) und den Brustumfang der Kinder mit den hierüber von verschiedenen Autoren an Mädchen der entsprechenden Altersclassen gewonnenen Mittel- und Maximalzahlen vergleichen. Hierbei werde ich das älteste der Petersburger Mädchen mit Nr. I, das zweitälteste mit Nr. II u. s. w. bezeichnen und für die zweite Versuchsreihe, wo die Kinder um beinahe 8 Monate älter waren als während der ersten Beobachtung, den betreffenden Nummern den Buchstaben a beifügen, so dass also I und Ia dasselbe Mädchen zur Zeit der ersten und zweiten Versuchsreihe bedeuten.

	Lebensalter	Körperlänge in Centim.	Körpergewicht in Kilogr.	
		A. Petersburger Kinder.		
I	10 J. 7 M. 10 T.	138,5	38,0	erste Versuchsreihe
II	8 J. 8 M. 22 T.	125,5	30,18	
III	4 J. 9 M. 19 T.	97,5	16,55	
IV	2 J. 6 M. 15 T.	90,5	15,56	
Ia	11 J. 13 M.	147,0	41,25	zweite Versuchsreihe
IIa	9 J. 4 M. 12 T.	132,0	32,29	
IIIa	5 J. 5 M. 9 T.	105,5	17,19	
IVa	3 J. 2 M. 5 T.	95,5	15,92	
		B. Züricher Kinder.		
V	3 J. 6 M.	99,0	17,28	
VI	2 J. 3 M.	83,0	11,44	

Ich mache schon hier darauf aufmerksam, dass, wie auch aus den soeben angeführten Zahlen hervorgeht, Nr. III und VI von verhältnissmässig gracilem Körperbau und relativ weniger entwickelt waren als die übrigen Kinder. Zum Vergleich will ich die von Quetelet[2]) an belgischen Mädchen gewonnenen Mittelzahlen, sowie die Resultate der von Nagorsky[3]) an Schulmädchen des Petersburger Kreises und von Wassiljeff[4]) an Mädchen aus der Stadt

1) Die Kinder wurden sammt der Kleidung gewogen, nachher aber das Gewicht der Kleider für sich bestimmt und vom Gesammtgewicht abgezogen.

2) Physique sociale tom. II (1869) p. 16

3) Ueber den Einfluss der Schule auf die physische Entwicklung der Kinder (russisch) 1881.

4) Beiträge zur Frage über die physische Entwicklung der Mädchen (Russ. Journal „Gesundheit“ 1881).

Petersburg vorgenommenen Untersuchungen anführen. Zunächst die Körperlänge:

Lebensalter		Unsere Kinder	Quetelet	Nagorsky Mittel	Nagorsky Maxim.	Wassiljeff Mittel	Wassiljeff Maxim.
11 Jahre	Petersburg	147,0 (Ia)	128,6	128,9	145,0	130,5	148,0
10 „	Petersburg	138,5 (I)	125,6	125,5	141,8	125,1	141,0
9 „	Petersburg	132,0 (IIa)	120,5	121,3	135,9	119,7	135,0
8 „	Petersburg	125,5 (II)	115,4	116,7	128,6	116,4	134,0
5 „	Petersburg	105,5 (IIIa)	97,8	—	—	100,7	106,0
4 „	Petersburg	97,5 (III)	91,3	—	—	94,7	101,0
3 „	Petersburg	95,5 (IVa)	85,3	—	—	86,0	93,0
2 „	Petersburg	90,5 (IV)	78,0	—	—	—	—
3 „	Zürich	99,0 (V)	85,3	—	—	86,0	93,0
2 „	Zürich	83,0 (VI)	78,0	—	—	—	—

Man sieht, dass der Wuchs unserer Mädchen die Mittelzahlen aller genannten Autoren wesentlich übersteigt und dass derselbe in einzelnen Fällen sogar das von Nagorsky und Wassiljeff gefundene Maximum der Körperlänge für das betreffende Alter hinter sich lässt. — Die Wachsthumsgrösse der Petersburger Kinder von der ersten bis zur zweiten Versuchsreihe (235 Tage) schwankt zwischen 5 und 8,5^{cm}, woraus sich für das Jahr ein Wachsthum von 7 bis 13^{cm} ergeben würde. Nagorsky fand für Mädchen von 7 bis 13 Jahren im Mittel 4,2^{cm}, Wassiljeff für Mädchen von 3 bis 14 Jahren 5,4^{cm}.

Gehen wir über zur Vergleichung des Körpergewichts:

Lebensalter		Unsere Kinder	Quetelet	Nagorsky Mittel	Nagorsky Max.	Wassiljeff Mittel	Wassiljeff Max.	Uffelmann[1])	Camerer[2])
11 J.	Petersburg	41,25(Ia)	25,65	26,26	33,99	27,28	39,00	—	—
10 „	Petersburg	38,00(I)	23,52	24,56	30,81	25,19	34,87	25,00	21,86
9 „	Petersburg	32,29(IIa)	21,36	22,74	32,25	22,82	30,47	—	—
8 „	Petersburg	30,18(II)	19,08	21,41	24,90	21,49	29,74	—	21,76
5 „	Petersburg	17,19(IIIa)	14,36	—	—	15,76	18,20	—	17,43
4 „	Petersburg	16,55(III)	13,00	—	—	14,11	16,41	15,25	—
3 „	Petersburg	15,92(IVa)	11,79	—	—	13,54	14,14	—	12,61
2 „	Petersburg	15,56(IV)	10,67	—	—	—	—	12,20	—
3 „	Zürich	17,28(V)	11,79	—	—	13,54	14,14	—	12,61
2 „	Zürich	11,44(VI)	10,67	—	—	—	—	12,20	—

1) a. a. O. S. 260 und 264. — Ich führe hier die Zahlen Uffelmann's an, obgleich sich dieselben auf Knaben beziehen, da ich später die Nahrung der von diesem Autor beobachteten Kinder mit der Nahrung unserer Kinder vergleichen werde.

2) a. a. O. S. 26. Die Tabelle enthält das Körpergewicht der Kinder im Beginne der Untersuchungen.

Das absolute Körpergewicht unserer Kinder übertrifft also bei weitem die unter sich ziemlich übereinstimmenden Mittelzahlen der citirten Autoren; ja, unsere Kinder wiegen, mit Ausnahme eines einzigen Falles (IIIa), sogar mehr als die schwersten der von Nagorsky und Wassiljeff gewogenen Mädchen. Auch die Knaben Uffelmann's wiegen, mit Ausnahme eines Falles (VI), weniger als unsere Mädchen. Eine ebenso bedeutende Differenz zu Gunsten unserer Kinder ergibt sich auch beim Vergleiche ihres Körpergewichts mit denjenigen der Kinder Camerer's, sei es nun, dass man zur Vergleichung das Anfangs- oder Endgewicht dieser Kinder, oder aber das mittlere Körpergewicht derselben für die ganze Versuchszeit (10 Monate) nehme; nur der fünfjährige Knabe Camerer's erwies sich etwas schwerer als unser Mädchen desselben Alters, von welchem wir oben schon erwähnten, dass es sich durch grazilen Körperbau auszeichne. Noch deutlicher hebt sich die gute körperliche Entwicklung unserer Kinder hervor, wenn wir zur Vergleichung nicht das absolute Körpergewicht benutzen, sondern das relative, und fragen, wieviel Kilogramm auf je 1^m Körperlänge kommen. Hierbei ergibt sich folgendes:

Lebensalter		Unsere Kinder		Quetelet[1]	Nagorsky	Wassiljeff[2]
11 Jahre	Petersburg	28,06	(Ia)	19,75	20,35	20,90
10 „	Petersburg	27,43	(I)	18,85	19,57	20,13
9 „	Petersburg	24,46	(IIa)	17,87	18,75	19,06
8 „	Petersburg	24,05	(II)	16,72	18,35	18,46
5 „	Petersburg	16,29	(IIIa)	14,74	—	15,64
4 „	Petersburg	16,97	(III)	14,21	—	14,90
3 „	Petersburg	16,67	(IVa)	13,84	—	15,74
2 „	Petersburg	17,19	(IV)	13,66	—	--
3 „	Zürich	17,45	(V)	13,84	—	15,74
2 „	Zürich	13,78	(VI)	13,66	—	—

Man sieht, dass die Differenz im relativen Körpergewicht zu Gunsten unserer Kinder eine sehr beträchtliche ist; am auffallendsten erscheint sie bei den älteren Mädchen von 8 bis 11 Jahren. Das geringste relative Körpergewicht unter unsern Mädchen zeigt das

1) Von mir berechnet aus den Angaben Quetelet's über Körperlänge und Körpergewicht.

2) Ebenfalls von mir berechnet aus den Angaben Wassiljeff's.

zweijährige Züricher Kind (VI), welches verhältnissmässig bedeutend leichter ist als das Petersburger Kind des entsprechenden Alters (IV).

Der Vollständigkeit halber will ich noch einige Angaben über den auf der Höhe der Brustwarzen in der Athempause gemessenen Brustumfang machen, und zwar will ich sowohl die absoluten Maasse anführen als auch angeben, um wieviel der auf die Einheit von 1m Körperlänge berechnete relative Brustumfang die Hälfte dieser Einheit (50cm) übertrifft (+) oder hinter derselben zurückbleibt (—).

Lebensalter	Unsere Kinder[1] absol.	relat.	Nagorsky absol.	relat.	Wassiljeff absol.	relat.
10 Jahre	69,7	+ 0,3	58,56	— 0,64	59,81	— 2,19
8 „	63,0	+ 0,2	56,44	+ 0,71	56,15	— 1,76
4 „	52,0	+ 3,3	—	—	50,90	+ 3,70
2 „	52,0	+ 7,4	—	—	—	—

Wir sehen, dass der absolute Brustumfang unserer Kinder durchwegs nicht unerheblich grösser ist als der Brustumfang der von Nagorsky und Wassiljeff untersuchten Mädchen. Der relative Brustumfang zeigt bei unseren Kindern überall ein Plus, während bei den Mädchen der anderen Autoren er in der Mehrzahl der Fälle die Hälfte der als Einheit angenommenen Körperlänge von 1m nicht erreicht.

Ich füge noch bei, dass keines der von uns untersuchten Kinder eine öffentliche Schule oder Pension besuchte; wie die Kinder Camerer's, erhielten unsere Mädchen den Unterricht zu Hause, während die schulpflichtigen Kinder der übrigen Autoren meist auch schon unter dem Einflusse der Schule standen.

Die Anordnung der Versuche war folgende. Vor Beginn der Versuchsreihe wurde für jedes Kind eine entsprechende Anzahl von grösseren und kleineren Tellern abgewogen und mit Nummern versehen. Durch jedesmaliges Abwägen des Tellers mit der Speiseportion, bevor die letztere dem Kinde gereicht wurde, und nachheriges Wägen des noch etwelche Speisereste enthaltenden Tellers wurde die Menge des Genossenen bestimmt; natürlich bekamen die

1) Diese Angaben betreffen nur die Petersburger Kinder und beziehen sich auf die erste Versuchsreihe.

Kinder für jede Speise einen besonderen Teller. Das Resultat der Wägungen wurde sofort notirt. Zur Bestimmung der genossenen Menge flüssiger Speisen (Bouillon) und der Getränke bediente ich mich graduirter Cylinder. Damit die Verzögerung durch das Wägen die Kinder nicht ungeduldig mache, wurden Brod, Butter und überhaupt alle kalten Speisen gewogen, bevor die Mahlzeit begann. Bei der Auswahl der Speisen nahm ich einige Rücksicht auf den Geschmack der Kinder, vermied jedoch eine künstliche Steigerung des Appetites durch Darreichung besonderer Lieblingsspeisen, so dass sich die Zusammenstellung der Mahlzeiten während der Versuchsdauer in nichts Wesentlichem vom gewöhnlichen Tische der betreffenden Familien unterschied. Von jeder Speise durften die Kinder, die überhaupt in dieser Beziehung an keinen Zwang gewöhnt sind, soviel essen als sie Lust hatten; ausserhalb der eigentlichen Mahlzeiten dagegen bekamen sie nichts zu naschen, was keinerlei Schwierigkeiten verursachte, da wenigstens die Petersburger Kinder von früher Jugend an an dieses Regime gewöhnt sind.

Von denjenigen Speisen, welche der chemischen Analyse unterworfen werden sollten, nahm ich, sobald sie auf den Tisch gebracht wurden, Proben, die ich in vorher gewogenen und mit Deckeln versehenen Porcellantiegeln so rasch als möglich zur Wasserbestimmung ins Laboratorium brachte. Um nun aber eine genaue Kenntniss von der Menge der einzelnen Bestandtheile in zusammengesetzten Speisen zu haben, für den Fall, dass es mir nicht gelingen sollte, sie alle der chemischen Analyse zu unterziehen, war ich bei ihrer Zubereitung gegenwärtig und notirte das Gewicht der verschiedenen Ingredienzien, sowie das Gesammtgewicht der rohen Speise; durch abermaliges Wägen nach der Zubereitung ergab sich der während des Kochens und Bratens stattgehabte Wasserverlust, so dass dann aus der Menge der vom Kinde genossenen Speise leicht auf die Menge der Rohmaterialien gerechnet werden konnte. Ich bediente mich übrigens schliesslich der auf diese Weise gewonnenen Daten nur dazu, um während der zweiten Versuchsreihe die zusammengesetzten Speisen unter Beobachtung derselben Gewichtsverhältnisse und überhaupt in vollkommen derselben Weise zubereiten zu lassen, wie dies beim ersten Versuche geschehen war.

so dass die während des zweiten Versuches gemachten Analysen solcher Speisen auch auf den ersten Versuch übertragen werden konnten.

Bei allen Speisen, die öfter auf den Tisch kamen und von den Kindern in grösseren Mengen genossen wurden, bestimmte ich den Gehalt an den einzelnen Nahrungsstoffen durch chemische Analyse (Semmel, Milch, theilweise auch Rahm, gehackte Coteletts von Rind- und Kalbfleisch, Roastbeef, Pfannkuchen, Waffeln); andere Speisen dagegen, die nur in geringen Quantitäten genossen wurden, oder deren Zusammensetzung keinen bedeutenden Schwankungen unterliegt (Schwarzbrod, Kalbsbraten, Reis, Eier, Salat und Früchte etc.), wurden nach den einschlägigen Angaben König's[1]) berechnet. Schwarzbrod z. B. assen alle 4 Petersburger Kinder zusammen genommen, während beiden Versuchsreihen, nur 55^g, Kalbsbraten nur 68^g; wenn also auch die der Berechnung zu Grunde gelegten Zahlen König's mit der wirklichen Zusammensetzung dieser Speisen nicht vollständig übereinstimmten, so konnte dies doch von keinem wesentlichen Einfluss auf das schliessliche Resultat der Berechnung sein. — Zur Berechnung des Gehaltes an Nahrungsstoffen in den Beefsteaks benutzte ich die Analysen des Roastbeefs, da zu beiden Speisen ein und dasselbe Fleisch verwendet wurde; die zur Bereitung der Beefsteaks gebrauchte Buttermenge wurde dabei besonders in Rechnung gebracht. Der Wassergehalt der süssen Butter, die von den Petersburger Kindern in grosser Menge genossen wird, bestimmte ich zu wiederholten Malen und fand im Mittel 14,85%; da nun diese Zahl sehr nahe zusammenfällt mit der von König[2]) angegebenen Mittelzahl, so legte ich der Berechnung die mittlere Zusammensetzung der Butter nach König zu Grunde. Auch für den Rahm benutzte ich die Zahlen des genannten Autors, nachdem ich im Mittel einen Fettgehalt von 10,50% gefunden hatte, während König 10,84% angibt. — Kaffee, Thee, reine Fleischbrühe wurden einfach als Wasser angenommen; war zu der Fleischbrühe Mehl, Eier oder sonst etwas hinzugesetzt, so wurden diese Beimischungen besonders in Rechnung gebracht.

1) Die menschlichen Nahrungs- u. Genussmittel.

2) a. a. O. S. 44.

Die chemischen Analysen wurden grösstentheils im hygienischen Laboratorium des Prof. Dobrosslavin an der Akademie für Militärärzte in Petersburg, theilweise auch (Weissbrod, Milch) im Laboratorium des Züricher Cantonalchemikers, Doctor Abeljanz, nach bekannten Methoden ausgeführt. — Wasser, Stickstoffgehalt, Fett und Aschenbestandtheile wurden immer direct bestimmt, die Menge der Kohlehydrate dagegen aus der Differenz berechnet. Controlbestimmungen wurden jedesmal vorgenommen. Ohne hier auf die Beschreibung der Methoden einzugehen, nach welchen ich gearbeitet habe, will ich nur die aus den gemachten Analysen erhaltenen Mittelzahlen anführen. Wo in der folgenden Tabelle eine und dieselbe Speise zweimal vorkommt, so bedeutet dies, dass die Zubereitung beide Male eine verschiedene war, oder dass das eine Mal die Speise warm, das andere Mal aber kalt gereicht wurde.

	Wasser	Eiweissstoffe	Fett	Kohlehydrate	Aschenbestandtheile
Semmel (Petersburg)	30,50	10,30	0,57	57,58	1,05
Weissbrod (Zürich)	31,78	5,93	—	61,29	1,00
Milch (Petersburg)	87,05	3,59	3,00	5,48	0,88
Milch (Zürich)	87,38	2,95	2,80	6,42	0,45
Gehackte Kalbscoteletts (Mittag)	54,56	27,70	12,54	3,41	1,69
„ „ (Frühstück)	60,32	23,46	11,11	3,54	1,57
„ „ (Mittel) . .	57,44	25,58	11,82	3,53	1,62
„ Rindscoteletts (I. Vers.)	64,39	22,43	6,28	5,77	1,13
„ „ (I. Vers.)	65,23	22,78	5,10	5,66	1,23
„ „ (Mittel) .	64,81	22,61	5,69	5,71	1,18
„ „ (II. Vers.)	68,59	22,44	5,11	2,42	1,44
Roastbeef (Frühstück)	60,16	28,29	10,44	—	1,00
„ (Mittagessen)	62,12	27,39	9,41	—	0,97
„ „	64,16	26,02	8,81	—	1,17
„ (Mittel)	62,17	27,23	9,55	—	1,05
Pfannenkuchen	53,26	10,58	10,08	25,07	1,01
Waffeln	14,47	27,30	16,04	40,88	1,31

Ich halte es nun für nothwendig, hier nicht nur die auf Grund obiger Analysen und unter Zuhülfenahme der Angaben König's berechneten Mengen der einzelnen Nahrungsstoffe anzuführen, welche von den Kindern genossen wurden, sondern in erster Linie die Art und Menge der Speisen zu notiren, welche jedes Kind an jedem Versuchstage während der einzelnen

Mahlzeiten zu sich nahm. Diese Zahlen bilden nicht nur die Grundlage aller weiteren Berechnung, sondern sie geben auch eine klare Vorstellung von der Art der Ernährung und dem Geschmacke der Kinder, sowie von der Form, in welcher ihnen die Nahrungsstoffe gereicht wurden und welche ja, wie namentlich aus den Ausnützungsversuchen der neueren Zeit hervorgeht, von sehr bedeutendem Einfluss auf den Nutzeffect der genossenen Speisen im Organismus ist (alle Zahlen der folgenden Tabellen bedeuten Gramme).

Art und Menge der genossenen Speisen.

A. Petersburger Kinder.

Erster Versuch (6 Tage). — Mädchen Nr. I (10 J. 7 M. 10 T.).

Zeit der Nahrungsaufnahme	Speisen und Getränke	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag
Morgenthee (8½ Uhr)	Thee	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0
	Semmel	92,84	57,60	78,50	64,50	59,50	68,80
	Butter	13,47	15,59	44,10	19,70	18,27	21,0
	Zucker	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76
Frühstück (12 Uhr)	Semmel	96,17	142,40	96,50	102,80	105,20	117,20
	Milch	164,80	206,0	206.0	206,0	206,0	206,0
	Eier	86,0	129,0	86,0	86,0	129,0	86,0
	Kalbsbraten	57,84	—	—	—	—	—
	Kalbscoteletts	—	26,0	—	—	—	—
	Roastbeef	—	—	90,80	—	—	—
	Butter	37,53	53,21	38,30	43,60	32,90	51,60
	Rahm	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55
	Zucker	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76
	Kaffee	125,0	125,0	125,0	130,0	130,0	130,0
	Wasser	55,0	64,0	50,0	—	—	—
Mittagessen (5 Uhr)	Fleischbrühe	34,0	—	150,0	150,0	25,0	15,0
	Kalbscoteletts	40,80	—	—	74,0	—	—
	Rindscoteletts	—	—	35,91	—	—	—
	Roastbeef	—	37,21	—	—	35,80	—
	Beefsteaks	—	—	—	—	—	44,0
	Milch	154,50	180,25	283,25	206,0	247,20	188,49
	Butter	15,30	18,30	10,45	28,0	3,0	27,50
	Semmel	38,07	39,80	26,95	80,0	15,50	86,0
	Schwarzbrod	24,45	25,0	—	—	—	—
	Reis	—	—	82,50	—	—	—
	Geschlagener Rahm	32,0	—	51,0	—	—	—
	Pfannenkuchen	—	162,30	—	—	229,50	—
	Bisquits	26,39	—	48,72	—	—	—
	Apfelsinen	—	—	—	100,0	—	150,0
	Grüner Salat	—	59,90	—	61,0	67,80	67,80
	Himbeer-Confiture	—	51,0	—	—	60,0	—
	Wasser	100,0	—	—	—	50,0	—
Abendessen (7½ Uhr)	Thee	150,0	300,0	150,0	150,0	150,0	150,0
	Semmel	—	12,40	13,20	—	—	—
	Butter	—	6,40	5,75	—	—	—
	Zucker	14,76	30,0	14,76	14,76	14,76	14,76

Mädchen Nr. II (8 J. 8 M. 22 T.).

Zeit der Nahrungs-aufnahme	Speisen und Getränke	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donners-tag	Freitag	Samstag
Morgenthee	Thee	100,0	100,0	100,0	100,0	200,0	100,0
	Semmel	14,0	66,20	86,0	25,30	85,70	53,0
	Butter	2,70	6,0	12,45	4,30	18,60	6,40
	Milch	51,50	51,50	51,50	51,50	103,0	51,50
	Zucker	14,76	14,76	14,76	14,76	29,52	14,76
Frühstück	Semmel	121,65	113,0	84,30	66,20	88,0	129,30
	Milch	206,0	206,0	206,0	206,0	206,0	206,0
	Eier	86,0	86,0	86,0	86,0	86,0	86,0
	Kalbsbraten	10,0	—	—	—	—	—
	Kalbscoteletts	—	21,0	—	—	—	—
	Rindscoteletts	53,80	—	—	—	—	—
	Roastbeef	—	—	55,20	—	—	—
	Butter	30,49	19,0	14,90	15,30	22,33	25,60
	Rahm	25,55	25,55	25,55	—	25,55	25,55
	Zucker	14,76	14,76	14,76	—	14,76	14,76
	Kaffee	125,0	125,0	125,0	—	125,0	125,0
	Wasser	—	—	—	—	—	—
Mittagessen	Fleischbrühe	150,0	140,0	150,0	150,0	150,0	20,0
	Kalbscoteletts	15,80	—	—	46,80	—	—
	Rindscoteletts	—	—	43,90	—	—	—
	Roastbeef	—	64,10	—	—	100,0	—
	Beefsteaks	—	—	—	—	—	75,90
	Milch	154,50	154,50	309,0	206,0	247,20	206,0
	Butter	5,90	6,60	9,09	6,40	6,0	2,70
	Semmel	26,0	41,0	86,50	40,70	36,50	17,0
	Schwarzbrod	5,15	—	—	—	—	—
	Reis	—	—	—	—	—	—
	Geschlagener Rahm	57,80	—	71,0	—	—	—
	Crême	—	—	—	114,90	—	—
	Pfannenkuchen	—	23,0	—	—	—	—
	Bisquits	14,21	—	—	—	—	—
	Waffeln	—	—	61,47	—	—	—
	Apfelsinen	—	—	—	—	—	150,0
	Grüner Salat	—	59,90	—	61,0	67,80	67,80
	Himbeer-Confiture	—	22,0	—	—	29,0	—
	Wasser	50,0	—	—	—	45,0	—
Abendthee	Thee	100,0	240,0	125,0	100,0	250,0	200,0
	Semmel	11,60	48,0	38,07	40,70	12,20	69,90
	Butter	2,50	14,0	3,45	5,20	3,50	12,70
	Milch	51,50	—	—	51,50	—	103,0
	Rahm	—	61,32	25,55	—	51,10	—
	Zucker	14,76	30,50	14,76	14,76	29,52	29,52

Mädchen Nr. III (4 J. 9 M. 19 T.).

Zeit der Nahrungs-aufnahme	Speisen und Getränke	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag
Morgenthee	Thee	100,0	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0
	Semmel	42,64	32,70	21,70	30,0	45,50	33,50
	Butter	2,83	5,15	6,33	7,40	7,80	8,20
	Milch	51,50	103,0	103,0	103,0	103,0	103,0
	Zucker	14,76	29,52	29,52	29,52	29,52	29,52
Frühstück	Semmel	34,78	17,40	37,50	33,50	44,20	30,30
	Milch	206,0	206,0	206,0	206,0	206,0	206,0
	Eier	—	—	—	32,25	—	—
	Kalbscoteletts	—	123,40	—	—	39,40	—
	Rindscoteletts	107,60	—	—	64,60	—	87,10
	Roastbeef	—	—	48,90	—	—	—
	Butter	10,60	4,30	9,0	10,30	7,10	7,30
	Rahm	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55
	Zucker	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76
	Kaffee	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0
	Wasser	—	35,0	—	—	—	—
Mittagessen	Fleischbrühe	150,0	140,0	300,0	290,0	140,0	140,0
	Kalbscoteletts	24,80	—	—	46,0	—	—
	Rindscoteletts	—	—	47,50	—	—	—
	Roastbeef	—	18,50	—	—	40,60	—
	Beefsteaks	—	—	—	—	—	27,80
	Milch	154,50	180,25	257,50	206,0	247,20	206,0
	Butter	3,90	1,0	10,85	7,60	5,0	3,20
	Semmel	29,70	7,50	34,59	12,80	29,90	14,60
	Schwarzbrod	—	—	—	—	—	—
	Reis	—	—	—	—	—	—
	Geschlagener Rahm	24,0	—	41,0	—	—	—
	Crême	—	—	—	62,80	—	—
	Pfannenkuchen	—	85,30	—	—	94,50	—
	Bisquits	12,18	—	—	—	—	—
	Waffeln	—	—	34,15	—	—	—
	Apfelsinen	—	—	—	—	—	150,0
	Grüner Salat	—	—	—	—	—	—
	Himbeer-Confiture	—	29,0	—	—	25,0	—
	Wasser	50,0	—	—	—	25,0	—
Abendthee	Thee	200,0	240,0	250,0	200,0	260,0	200,0
	Semmel	21,50	23,0	13,40	42,50	14,30	11,90
	Butter	4,85	6,0	1,80	12,70	4,90	4,60
	Milch	103,0	—	—	103,0	—	103,0
	Rahm	—	61,32	51,10	—	51,10	—
	Zucker	29,52	29,52	29,52	29,52	29,52	29,52

Mädchen Nr. IV (2 J. 6 M. 15 T.).

Zeit der Nahrungs-aufnahme	Speisen und Getränke	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag
Morgenthee	Thee	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0
	Semmel	25,10	22,80	21,0	5,70	32,80	20,70
	Butter	4,89	5,40	4,50	3,30	5,80	2,80
	Milch	103,0	103,0	103,0	103,0	103,0	103,0
	Zucker	29,52	29,52	29,52	29,52	29,52	29,52
Frühstück	Semmel	—	—	—	1,70	—	—
	Milch	206,0	190,55	206,0	206,0	206,0	206,0
	Eier	43,0	86,0	86,0	64,50	86,0	43,0
	Kalbscoteletts	—	34,50	—	—	33,80	—
	Rindscoteletts	98,80	—	—	44,30	—	72,90
	Roastbeef	—	—	23,80	—	—	—
	Butter	—	—	—	6,80	—	—
	Rahm	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55
	Zucker	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76
	Kaffee	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0
	Wasser	—	—	—	—	—	—
Mittagessen	Fleischbrühe	95,0	100,0	100,0	140,0	140,0	140,0
	Kalbscoteletts	21,90	—	—	28,0	—	—
	Rindscoteletts	—	—	43,0	—	—	—
	Roastbeef	—	52,0	—	—	31,60	—
	Beefsteaks	—	—	—	—	—	31,40
	Milch	154,50	177,16	257,50	154,50	185,40	206,0
	Butter	3,73	—	1,0	—	—	—
	Semmel	12,29	—	4,20	—	—	—
	Reis	—	—	59,0	—	—	—
	Geschlagener Rahm	51,0	—	33,0	—	—	—
	Crême	—	—	—	113,0	—	—
	Pfannenkuchen	—	55,0	—	—	59,90	—
	Bisquits	12,18	—	—	—	—	—
	Waffeln	—	—	20,50	—	—	—
	Apfelsinen	—	—	—	—	—	150,0
	Grüner Salat	—	—	—	—	—	—
	Himbeer-Confiture	—	13,0	—	—	16,0	—
	Wasser	—	—	—	—	—	—
Abendthee	Thee	200,0	240,0	250,0	200,0	260,0	200,0
	Semmel	—	—	—	12,0	3,0	20,90
	Butter	—	—	—	2,80	2,50	3,0
	Milch	103,0	—	—	103,0	—	103,0
	Rahm	—	61,32	51,10	—	51,10	—
	Zucker	29,52	29,52	29,52	29,52	29,52	29,52

Zweiter Versuch (3 Tage).

Zeit der Nahrungs-aufnahme	Speisen und Getränke	Mädchen Ia (11 J. 3 M.).			Mädchen IIa (9 J. 4 M. 12 T.).		
		Montag	Dienstag	Mittwoch	Montag	Dienstag	Mittwoch
Morgenthee	Thee	300,0	300,0	300,0	125,0	100,0	100,0
	Semmel	79,10	94,0	59,50	—	—	13,60
	Butter	16,0	20,80	13,50	—	—	1,80
	Milch	—	—	—	25,75	51,50	51,50
	Zucker	23,96	23,52	17,64	10,30	11,76	11,76
Frühstück	Semmel	91,50	87,60	127,80	67,0	88,60	80,90
	Eier	86,0	43,0	43,0	—	43,0	86,0
	Kalbscoteletts	—	—	88,10	—	—	58,0
	Rindscoteletts	—	—	—	76,50	—	—
	Roastbeef	—	79,0	—	—	68,10	—
	Milch	128,75	128,75	128,75	128,75	128,75	128,75
	Butter	40,0	28,25	25,60	17,30	23,0	19,30
	Rahm	15,33	20,44	20,44	25,55	25,55	25,55
	Kaffee	125,0	125,0	130,0	125,0	125,0	125,0
	Zucker	12,70	11,76	11,76	12,30	11,76	11,76
Mittagessen	Fleischbrühe	90,0	—	—	90,0	70,0	—
	Kalbscoteletts	—	93,0	—	—	71,10	—
	Roastbeef	73,60	—	64,50	78,0	—	69,0
	Milch	77,25	149,35	103,0	77,25	149,35	103,0
	Butter	12,10	—	—	11,20	16,0	0,90
	Rahm	—	5,11	—	25,55	25,55	—
	Geschlagener Rahm	37,0	—	38,60	40,0	—	66,90
	Semmel	83,50	45,50	25,50	44,70	81,90	6,50
	Pfannenkuchen	—	268,80	—	—	48,20	—
	Bisquits	40,70	—	—	18,20	—	—
	Waffeln	—	—	26,0	—	—	45,50
	Himbeer-Confiture	—	43,30	—	—	38,20	—
	Kaffee	—	70,0	—	125,0	125,0	—
	Zucker	—	5,88	—	11,76	11,76	—
	Wasser	—	70,0	120,0	—	60,0	100,0
Abendthee	Thee	300,0	150,0	300,0	150,0	250,0	250,0
	Semmel	30,50	—	4,60	54,10	16,40	55,70
	Butter	10,60	—	0,90	20,0	4,30	9,40
	Rahm	—	—	—	—	51,10	51,10
	Zucker	23,52	11,76	23,52	11,76	23,52	23,52

Zeit der Nahrungs-aufnahme	Speisen und Getränke	Mädchen IIIa (5 J. 5 M. 9 T.). Montag	Dienstag	Mittwoch	Mädchen IVa (3 J. 2 M. 5 T.). Montag	Dienstag	Mittwoch
Morgenthee	Thee	125,0	200,0	200,0	250,0	200,0	200,0
	Semmel	14,70	24,30	20,50	46,0	29,80	24,60
	Butter	4,90	3,80	3,70	—	—	—
	Milch	25,75	103,0	103,0	51,50	103,0	103,0
	Zucker	11,40	23,52	23,52	21,92	23,52	23,52
Frühstück	Semmel	41,10	30,60	26,0	6,30	—	11,20
	Eier	—	—	43,0	43,0	—	86,0
	Kalbscoteletts	—	—	90,0	—	—	29,0
	Rindscoteletts	106,10	—	—	76,50	—	—
	Roastbeef	—	44,90	—	—	51,80	—
	Milch	93,73	128,75	128,75	128,75	128,75	128,75
	Butter	8,90	7,30	1,70	—	—	—
	Rahm	25,55	25,55	25,55	—	25,55	25,55
	Kaffee	125,0	125,0	125,0	—	125,0	125,0
	Zucker	11,76	11,76	11,76	—	11,76	11,76
Mittagessen	Fleischbrühe	150,0	150,0	20,0	100,0	100,0	70,0
	Kalbscoteletts	—	57,20	—	—	48,50	—
	Roastbeef	22,30	—	18,50	26,50	—	37,0
	Milch	56,65	149,35	103,0	77,25	149,35	103,0
	Butter	4,80	5,60	—	—	—	—
	Rahm	25,55	25,55	—	25,55	25,55	—
	Geschlagener Rahm	28,70	—	34,90	31,0	—	26,10
	Semmel	34,30	17,60	17,40	—	6,20	—
	Pfannenkuchen	—	85,40	—	—	69,80	—
	Bisquits	23,80	—	—	18,20	—	—
	Waffeln	—	—	26,0	—	—	19,50
	Himbeer-Confiture	—	28,60	—	—	20,40	—
	Kaffee	125,0	125,0	—	125,0	125,0	—
	Zucker	11,76	11,76	—	11,76	11,76	—
	Wasser	—	50,0	70,0	—	50,0	50,0
Abendthee	Thee	150,0	125,0	250,0	300,0	250,0	250,0
	Semmel	25,10	14,30	39,50	15,20	4,45	—
	Butter	3,90	3,30	9,90	—	—	—
	Rahm	—	25,55	51,10	—	51,10	51,10
	Zucker	11,76	11,76	23,52	23,52	23,52	23,52

B. Züricher Kinder.

Zeit der Nahrungsaufnahme	Speisen und Getränke	Mädchen Nr. V (3 J. 6 M. 5 T.).			Mädchen Nr. VI (2 J. 3 M.).		
		1. Tag	2. Tag	3. Tag	1. Tag	2. Tag	3. Tag
Frühstück (7½ bis 8 Uhr)	Weissbrod	46,20	50,0	43,0	31,0	34,80	40,0
	Milch	481,0	355,0	355,60	275,0	178,0	355,60
	Zucker	14,10	9,60	9,60	9,80	4,80	9,60
Zwischenessen (10½ bis 11 U.)	Zwieback	23,0	22,50	—	23,0	21,0	—
	Süsses Brod	—	—	60,0	—	—	60,0
Mittagessen (1 Uhr)	Fleischbrühe	167,0	—	—	167,0	—	—
	Nudelsuppe	—	175,0	—	—	166,0	—
	Suppe	—	—	78,0	—	—	105,0
	Gekochtes Rindfleisch	22,30	—	—	28,30	—	—
	Roastbeef	—	—	44,50	—	—	34,50
	Kalbsbraten	—	53,0	—	—	48,0	—
	Süsse Butter	—	8,0	—	—	6,70	—
	Weissbrod	4,30	—	10,0	2,40	—	5,0
		10,0	—	—	12,30	—	—
	Kartoffeln	—	96,0	—	—	86,0	—
	Rothe Rüben	—	—	23,20	—	—	22,0
	Bohnengemüse mit Butter	26,70	—	—	26,10	—	—
	Weintrauben	51,0	84,0	—	51,0	84,0	—
	Birnen	29,50	—	—	29,50	—	—
	Caramelzucker	—	—	10,80	—	—	10,10
	Wasser	74,0	185,0	37,0	37,0	148,0	37,0
Zwischenessen (4 Uhr)	Weissbrod	46,50	—	—	37,0	—	—
	Milch	177,80	—	—	177,80	—	—
	Zucker	4,80	—	—	4,80	—	—
	Zuckerwerk	—	29,0	53,0	—	25,0	53,0
Abendessen (7 Uhr)	Weissbrod	—	69,0	36,80	—	57,80	34,90
	Griesbrei	273,0	—	—	267,0	—	—
	Kakao	—	—	317,0	—	—	317,0
	Milch	—	330,0	—	—	270,0	—
	Käse	—	14,0	—	—	14,0	—
	Wasser	—	70,0	30,0	—	37,0	20,0

Was nun zunächst die Petersburger Kinder anbetrifft, so sehen wir, dass hier die Nahrungszufuhr viermal im Tage erfolgt, woran diese Kinder im Interesse einer geregelten Ernährung von Jugend auf gewöhnt werden. Zwischen 8 und 9 Uhr Morgens trinken sie Thee, meist mit Milch und Butterbrod; um 12 Uhr kommen sie zum Frühstück, das gewöhnlich aus Eiern, Milch, irgend einer Fleischspeise und Brod mit Butter besteht. Nach dem Frühstück bekommen die Kinder etwas dünnen Kaffee mit Rahm, der die Stelle des Wassers vertritt, welches die Kinder sehr selten trinken, da die Mutter ihnen, aus Furcht vor Erkältung, kein kaltes Wasser zu geniessen erlaubt. Das Mittagessen (5 Uhr) besteht aus Fleischbrühe, Fleisch und Mehlspeise; auch hier trinken die Kinder Milch und essen zum Brode meist etwas Butter; nach dem Mittagessen trinken sie zuweilen wieder dünnen Kaffee mit Rahm. Das Abendbrod (7 1/2 Uhr) hat dieselbe Beschaffenheit wie der Morgenthee.

Man sieht aus der Tabelle, dass die Kinder Fleisch in grossen Quantitäten verzehren, selbst das zweijährige Mädchen nicht ausgenommen. Ebenso lieben sie die Eier, mit Ausnahme jedoch des zweitjüngsten Kindes (III), welches den Eiern das Fleisch vorzieht. Milch und Butter kommen bei jeder Mahlzeit auf den Tisch und werden von den Kindern in erheblicher Menge genossen (während des Frühstücks und Mittagessens gewöhnlich 1 bis 2 Glas Milch); frische Butter lieben die Kinder, das jüngste Mädchen ausgenommen, sehr. Brod wird von den beiden älteren Kindern in grossen Quantitäten genossen; das zweitjüngste Mädchen dagegen isst Brod in relativ geringer Menge und das allerjüngste Kind sogar sehr wenig[1]). Ich bemerke noch, dass während beider Versuche die Nahrung der Kinder dieselbe Mannigfaltigkeit darbot, die in dieser Familie

1) Es ist nicht unwahrscheinlich, dass in diesem Alter kein so starkes Bedürfniss nach Kohlehydraten existirt als später. Wenn wir also so oft, auch in gut situirten Familien, kleine Kinder zwischen den eigentlichen Mahlzeiten Brod verlangen sehen, so ist dies ein Beweis dafür, dass entweder die Zwischenräume von der einen Mahlzeit zur anderen zu gross sind, oder dass die Kinder während der eigentlichen Mahlzeiten sich nicht satt essen. — Ich füge noch hinzu, dass die Kinder Camerer's sich in Bezug auf das Brod gerade so verhalten wie die unsrigen: Die älteren Kinder essen verhältnissmässig viel mehr Brod als die jüngeren, während betreffs der übrigen Speisen kein so greller Unterschied zwischen den Kindern verschiedenen Alters besteht.

gewöhnlich beobachtet wird, erstens um überhaupt den Appetit der Kinder in normaler Weise rege zu halten, zweitens um dem individuellen Geschmack derselben bis zu einem gewissen Grade Rechnung zu tragen. In dieser Hinsicht unterscheidet sich die Anordnung unserer Versuche wesentlich von den Versuchen Camerer's, dessen Kinder, behufs Erleichterung der Beobachtung, eine sehr einförmige Nahrung erhielten, was bei längerer Dauer des Versuches nicht ohne Einfluss auf die Grösse der Nahrungsaufnahme sein kann. Ich bemerke noch, dass die Kinder meistens am ersten Versuchstage etwas weniger assen als an den folgenden Tagen; es erklärt sich dies, wenigstens theilweise, durch die Zerstreuung, welche ihnen das Abwägen der Portionen verursachte.

Bei den Züricher Kindern war nun die Vertheilung der Nahrungsaufnahme auf die verschiedenen Tageszeiten eine ganz andere, der in der Schweiz überhaupt üblichen Lebensweise entsprechende; sie stimmt auch mit der in Camerer's Versuchen beobachteten Anordnung der Mahlzeiten überein. Diese Kinder assen nämlich fünfmal im Tag: das Frühstück (Milch und Brod) wurde zwischen 7½ und 8 Uhr genossen; die Hauptmahlzeiten (Mittagessen und Abendessen) fielen auf 1 Uhr und 7 Uhr, und da die Zwischenräume vom Frühstück bis zum Mittagessen und von da bis zum Abendessen für die Kinder zu gross waren, erhielten sie Morgens zwischen 10 und 11 Uhr etwas Zwieback oder Brod, und Nachmittags um 4 Uhr gewöhnlich Milch mit Brod oder Zuckerwerk. Die Beschaffenheit der Nahrung war auch hier eine ziemlich mannigfaltige und unterschied sich während der Versuchszeit in keinerlei Weise vom gewöhnlichen Tisch dieser Familie. Fleisch essen diese Kinder einmal im Tag, beim Mittagessen; das Abendessen dagegen besteht ausschliesslich aus Milch- und Mehlspeisen. Butter essen die Züricher Kinder, im Gegensatz zu den Petersburger Mädchen, beinahe gar nicht, dagegen geniessen sie bedeutend mehr Gemüse als die letzteren.

Ich habe nun, theilweise auf Grund eigener Analysen, theilweise unter Zuhülfenahme fremder Angaben (König), aus den obenstehenden Tabellen den Nährstoffgehalt der von den Versuchskindern genossenen Speisemengen berechnet, will aber, der Raum-

ersparniss halber, hier nicht die detaillirten Resultate der Umrechnung, sondern nur die Mittelzahlen angeben, aus denen ersichtlich ist, welche Mengen von Wasser, Eiweiss, Fett, Kohlehydraten und Aschebestandtheilen im Mittel aus den sechs, resp. drei Versuchstagen, von jedem Kinde während der einzelnen Mahlzeiten genossen worden sind. Ausserdem enthalten die folgenden Tabellen den mittleren Gehalt der Tagesration jedes Kindes an den einzelnen Nahrungsstoffen, sowie diejenigen Maximal- und Minimalmengen der letzteren, welche von den Kindern während der Versuchszeit aufgenommen wurden.

A. Petersburger Kinder.

Erster Versuch (6 Tage).

Nr. der Versuchskinder	Zeit der Nahrungsaufnahme	Gesammtmenge	Wasser	Eiweissstoffe	Fett	Kohlehydrate	Aschenbestandtheile	Sonstige organ. Stoffe
I	Morgenthee	257,07	174,99	7,42	18,70	54,33	1,22	0,41
	Frühstück	677,45	480,91	40,62	60,22	89,92	5,77	0,41
	Mittagessen	623,27	444,48	35,38	41,76	94,20	4,98	2,48
	Abendthee	198,59	177,10	0,46	1,71	18,51	0,39	0,41
	Mittel der Tagesration	**1756,38**	**1277,48**	**83,88**	**122,39**	**256,96**	**11,96**	**3,71**
	Maximalzahlen	1946,43	1386,62	95,62	144,27	310,98	13,82	7,48
	Minimalzahlen	1563,99	1144,39	69,38	99,47	227,17	10,51	1,39
II	Morgenthee	257,41	187,46	7,90	9,11	51,01	1,52	0,41
	Frühstück	574,77	412,46	35,55	39,15	82,55	4,72	0,34
	Mittagessen	594,69	456,55	33,39	31,99	66,64	4,18	1,94
	Abendthee	292,43	230,39	6,06	9,46	44,64	1,46	0,42
	Mittel der Tagesration	**1719,30**	**1286,86**	**82,90**	**89,71**	**244,84**	**11,88**	**3,11**
	Maximalzahlen	2032,28	1574,56	107,95	101,47	283,28	13,13	7,50
	Minimalzahlen	1407,32	1047,74	65,66	81,98	195,0	9,99	1,50
III	Morgenthee	345,43	277,69	6,98	8,25	50,10	1,99	0,43
	Frühstück	502,07	395,02	31,58	22,88	48,41	3,76	0,41
	Mittagessen	568,37	471,23	24,35	22,32	46,08	3,31	1,08
	Abendthee	360,18	299,89	5,24	9,45	43,41	1,76	0,43
	Mittel der Tagesration	**1776,05**	**1443,83**	**68,15**	**62,90**	**188,0**	**10,82**	**2,35**
	Maximalzahlen	1898,67	1558,32	75,36	76,71	215,78	11,54	6,35
	Minimalzahlen	1543,97	1236,38	60,97	49,23	169,94	9,61	1,37
IV	Morgenthee	358,32	297,68	5,94	6,92	45,35	2,01	0,43
	Frühstück	489,59	405,86	29,14	21,76	28,78	3,63	0,41
	Mittagessen	443,62	366,53	20,75	19,34	33,07	2,83	1,10
	Abendthee	340,64	294,65	3,65	5,68	34,68	1,55	0,43
	Mittel der Tagesration	**1632,17**	**1364,72**	**59,48**	**53,70**	**141,88**	**10,02**	**2,37**
	Maximalzahlen	1727,05	1470,76	62,62	62,43	147,32	10,46	6,35
	Minimalzahlen	1558,74	1285,94	53,46	39,40	132,18	9,65	1,40

Zweiter Versuch (3 Tage).

Nr. der Versuchskinder	Zeit der Nahrungsaufnahme	Gesammtmenge	Wasser	Eiweissstoffe	Fett	Kohlehydrate	Aschenbestandtheile	Sonstige organ. Stoffe
Ia	Morgenthee . .	416,01	326,67	8,13	14,38	64,90	1,34	0,60
	Frühstück . .	532,84	365,63	37,77	45,44	79,43	4,35	0,23
	Mittagessen . .	514,23	347,61	44,49	31,97	85,69	4,11	0,36
	Abendthee . .	285,13	254,69	1,23	3,25	24,94	0,51	0,49
	Mittel der Tagesration	**1748,21**	**1294,60**	**91,62**	**95,04**	**254,96**	**10,31**	**1,68**
	Maximalzahlen .	1874,82	1350,91	116,83	105,40	287,36	12,64	1,88
	Minimalzahlen .	1672,71	1239,39	74,94	76,92	208,61	9,12	1,47
IIa	Morgenthee . .	167,66	147,51	2,01	1,81	15,41	0,70	0,21
	Frühstück . .	500,47	359,35	36,09	34,62	66,17	4,03	0,23
	Mittagessen . .	536,84	395,94	36,64	32,74	67,45	3,61	0,46
	Abendthee .	323,63	259,07	5,89	13,26	43,76	1,15	0,49
	Mittel der Tagesration	**1528,60**	**1161,87**	**80,63**	**82,43**	**192,79**	**9,49**	**1,39**
	Maximalzahlen .	1719,40	1320,85	86,74	88,63	216,91	10,55	1,69
	Minimalzahlen .	1370,97	1040,83	69,87	74,55	176,42	8,10	1,20
IIIa	Morgenthee . .	295,70	249,45	4,85	5,87	33,75	1,23	0,54
	Frühstück . .	412,58	320,53	29,73	19,86	39,08	3,24	0,17
	Mittagessen . .	492,91	393,95	22,72	20,93	52,24	2,72	0,35
	Abendthee . .	248,23	204,84	3,85	7,66	30,69	0,86	0,33
	Mittel der Tagesration	**1449,42**	**1168,77**	**61,15**	**54,32**	**155,76**	**8,05**	**1,39**
	Maximalzahlen .	1614,45	1317,92	65,59	60,29	165,14	8,87	1,62
	Minimalzahlen .	1267,51	1013,51	54,16	45,34	146,73	6,79	0,98
IVa	Morgenthee . .	358,95	302,28	6,53	2,77	45,30	1,44	0,64
	Frühstück . .	338,22	276,53	24,22	15,12	19,52	2,71	0,11
	Mittagessen . .	442,47	366,97	20,53	16,94	35,31	2,42	0,30
	Abendthee . .	330,81	296,77	2,13	3,74	26,86	0,66	0,65
	Mittel der Tagesration	**1470,45**	**1242,55**	**53,41**	**38,57**	**126,99**	**7,23**	**1,70**
	Maximalzahlen .	1634,81	1383,76	57,69	44,26	142,13	8,03	1,92
	Minimalzahlen .	1377,95	1161,01	50,19	30,17	110,32	6,44	1,58

B. Züricher Kinder.
(Mittel aus drei Versuchstagen.)

Nr. der Versuchs-kinder	Zeit der Nahrungs-aufnahme	Gesammt-menge	Wasser	Eiweiss-stoffe	Fett	Kohle-hydrate	Aschen-bestand-theile	Sonstige organ. Stoffe
V	Frühstück	454,70	362,15	14,47	11,12	64,24	2,41	0,31
	Zwischenessen	35,17	7,63	2,99	0,25	24,08	0,22	—
	Mittagessen	396,43	337,29	13,38	10,34	30,34	1,62	3,47
	Zwischenessen	103,70	59,51	5,93	3,70	33,75	0,75	0,05
	Abendessen	379,93	298,97	13,99	12,11	52,55	2,18	0,13
	Mittel der Tagesration	**1369,93**	**1065,55**	**50,76**	**37,52**	**204,96**	**7,18**	**3,96**
	Maximalzahlen	1550,10	1232,30	53,28	44,30	206,72	7,80	5,70
	Minimalzahlen	1108,50	811,32	48,66	32,32	203,14	6,79	0,78
VI	Frühstück	312,87	246,96	10,04	7,55	46,41	1,69	0,23
	Zwischenessen	34,66	7,57	2,95	0,24	23,70	0,22	—
	Mittagessen	368,64	312,72	12,99	9,45	28,51	1,53	3,44
	Zwischenessen	99,20	58,37	5,58	3,60	30,89	0,70	0,05
	Abendessen	339,23	264,23	13,06	11,48	48,28	2,03	0,13
	Mittel der Tagesration	**1154,60**	**889,85**	**44,62**	**32,32**	**177,79**	**6,17**	**3,85**
	Maximalzahlen	1181,10	927,83	46,47	35,25	198,96	6,61	5,42
	Minimalzahlen	1103,70	815,93	42,71	26,81	163,76	5,78	0,82

Ohne auf eine Gesammtbetrachtung dieser Tabellen, die uns nunmehr als Rohmaterial dienen, einzugehen, werde ich der Reihe nach diejenigen Details derselben hervorheben, welche einer besonderen Berücksichtigung werth sind und theilweise der Vergleichung mit den Angaben anderer Autoren bedürfen. Ich beginne mit Betrachtung der Durchschnittsmenge der von den Kindern in der Tagesration aufgenommenen Nahrungsstoffe, speciell des Eiweisses, der Fette und Kohlehydrate, und will, um die Uebersicht über die einschlägigen Zahlen zu erleichtern, dieselben in einer besonderen Tabelle, unter Beifügung des Alters der betreffenden Kinder, zusammenstellen.

Menge der Nahrungsstoffe in der mittleren Tagesration.

Nr.	Lebensalter	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
	A. Petersburger Kinder. — Erster Versuch (6 Tage).			
I	10 J. 7 M. 10 T.	83,88	122,39	256,96
II	8 J. 8 M. 22 T.	82,90	89,71	244,84
III	4 J. 9 M. 19 T.	68,15	62,90	188,00
IV	2 J. 6 M. 15 T.	59,48	53,70	141,88

(Fortsetzung.)

Nr.	Lebensalter	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
	Zweiter Versuch (3 Tage).			
Ia	11 J. 3 M. —	91,62	95,04	254,96
IIa	9 J. 4 M. 12 T.	80,63	82,43	192,79
IIIa	5 J. 5 M. 9 T.	61,13	54,32	155,76
IVa	3 J. 2 M. 5 T.	53,41	38,57	126,99
	B. Züricher Kinder.			
V	3 J. 6 M. 5 T.	50,76	37,52	204,96
VI	2 J. 3 M. —	44,62	32,32	177,79

Nimmt man das Mittel aus den Durchschnittszahlen für die beiden an den Petersburger Mädchen angestellten Versuchsreihen, unter Berücksichtigung der Gesammtmenge des Wassers und der Fixa der eingeführten Nahrung, so erhält man folgende Werthe[1]):

1) Würde man den zweiten Versuch als eine directe Fortsetzung des ersten betrachten, so wäre es eigentlich richtiger, die Durchschnittswerthe für die Mengen der einzelnen Nahrungsstoffe in der Tagesration dadurch zu gewinnen, dass man für jedes Kind aus den Grundzahlen der 9 Versuchstage (erster und zweiter Versuch) das Mittel nähme. Da man aber ebensogut den zweiten Versuch unabhängig vom ersten betrachten kann — um so mehr als während desselben, wie im Texte angedeutet ist, die Kinder sich in Bezug auf ihre sonstige Lebensweise unter etwas anderen Verhältnissen befanden als beim ersten Versuche — so dürfte es hier eher gerechtfertigt sein, das Mittel aus beiden Versuchen in der Weise zu nehmen, wie dies oben geschehen ist. Damit sich übrigens der Leser überzeugen könne, dass die Resultate, welche man bei beiden Arten der Durchschnittsberechnung erhält, sehr wenig von einander abweichen, lasse ich hier diejenigen Zahlen folgen, welche sich als Mittelwerthe aus den Grundzahlen der 9 Versuchstage ergeben:

Nr. der Versuchskinder	Gesammtmenge	Wasser	Fixa	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
I	1753,66	1283,18	470,48	86,46	113,28	256,29
II	1655,73	1245,19	410,54	82,14	87,29	227,49
III	1667,17	1352,14	315,03	65,82	60,04	177,25
IV	1578,26	1323,99	254,27	57,45	48,66	136,92

Man sieht, dass diese Mittelwerthe im Allgemeinen etwas grösser sind als die im Texte angeführten, auf andere Weise gewonnenen Durchschnittszahlen. Es rührt dies davon her, dass bei der hier angenommenen Art der Berechnung der Einfluss der etwas geringeren Nahrungsaufnahme der zweiten Versuchsreihe sich selbstverständlich weniger geltend machen kann, als wenn man beide Versuche als gleichwerthig betrachtet und aus den Durchschnittszahlen derselben das Mittel nimmt. Im Folgenden werde ich mich ausschliesslich an die im Texte angeführten Mittelwerthe halten.

Nr. der Versuchs-kinder	Gesammt-menge	Wasser	Fixa	Eiweiss	Fett	Kohle-hydrate
I	1752,29	1286,04	466,25	87,75	108,72	255,96
II	1623,95	1224,36	399,59	81,77	86,07	218,82
III	1612,73	1306,30	306,43	64,64	58,61	171,88
IV	1551,31	1303,64	247,67	56,45	46,13	134,44

Betrachtet man nun vorerst die Resultate der beiden Versuche an den Petersburger Kindern getrennt, so fällt in erster Linie auf, dass die Mädchen während des zweiten Versuches durchwegs weniger Nahrung zu sich nahmen als während des ersten, obgleich zwischen den beiden Versuchsreihen ein Zeitraum von 8 Monaten lag und die Kinder, wie wir weiter oben sahen, während dieser Zeit erheblich an Grössenwachsthum und an Körpergewicht zugenommen hatten. Es liegt kein Grund vor anzunehmen, dass an dieser, auf den ersten Blick auffallenden Erscheinung die Nahrung selbst Schuld sei, da der Charakter derselben während beider Versuche der nämliche war. Theilweise möchte die Erklärung darin zu suchen sein, dass, wie ich schon erwähnte, die Kinder am ersten Versuchstage durchschnittlich etwas weniger Nahrung zu sich nahmen als an den darauf folgenden Tagen, — ein Umstand, der beim zweiten, nur 3 Tage dauernden Versuche möglicherweise einen etwas grösseren Einfluss auf die Durchschnittszahlen ausüben musste, als dies beim ersten, sechstägigen Versuche der Fall war. Nun blieb aber die Nahrungsaufnahme bei allen Kindern auch am zweiten und dritten Tage des 2. Versuchs durchschnittlich geringer als im Laufe der 1. Versuchsreihe, und diese Differenz, die weit bestimmender für das Gesammtresultat, resp. den Durchschnittswerth, ist als die relativ unbedeutende Minderaufnahme des ersten Versuchstages, findet ihre Erklärung am natürlichsten darin, dass während des 1. Versuches, im April, die Mädchen viel mehr körperliche Bewegung in freier Luft hatten als beim 2. Versuche, im Dezember, wo sie, der kalten Witterung wegen, nur selten und immer nur kurze Zeit spazieren gingen. Dass dieser Umstand in der That von nicht unwesentlichem Einfluss auf die Nahrungsaufnahme war, scheint daraus hervorzugehen, dass das Deficit im December, dem Aprilversuche gegenüber, weniger das Eiweiss, als namentlich Fett

und Kohlehydrate betraf. Jedenfalls kann man aus diesem Vergleiche den Schluss ziehen, dass bei Kindern, auch wenn dieselben unter anscheinend gleichmässigen Verhältnissen leben, und unabhängig vom Wachsthum, fortwährend Schwankungen in der Grösse der Nahrungsaufnahme stattfinden, die mit äusseren Einflüssen in Zusammenhang stehen, und dass es deshalb nicht statthaft ist aus einer einmaligen Beobachtung einen definitiven Schluss auf die Bedürfnisse der betreffenden Kinder an den einzelnen Nahrungsstoffen zu ziehen, da dieses Bedürfniss, namentlich soweit es Fette und Kohlehydrate betrifft, bei einem und demselben Kinde in weiten Grenzen schwanken kann und von zahlreichen Factoren bestimmt wird.

Weit grösser als die soeben besprochenen Schwankungen sind nun die Verschiedenheiten, welche die Nahrungsaufnahme während der einzelnen Tage zeigt. Aus den in der grossen Tabelle angeführten Maximal- und Minimalzahlen sehen wir, dass z. B. beim ältesten Kinde während der 6 Versuchstage die Menge des Eiweisses an den einzelnen Tagen zwischen 69,38 und 95,62^g (eine Differenz von 27,44%) schwankte; die Fettaufnahme bewegte sich zwischen 99,47 und 144,27^g (Differenz von 31,05%), die Menge der Kohlehydrate zwischen 227,17 und 310,98^g (Differenz von 26,95%). Bei den übrigen Kindern bemerkt man ähnliche, zum Theil noch grössere Schwankungen, und es ist hervorzuheben, dass dieselben ziemlich gleichmässig alle Nahrungsstoffe betreffen, — höchstens könnte man aus den Angaben der Tabelle den Schluss ziehen, dass die Fettaufnahme zwischen etwas weiteren Grenzen schwankt als diejenige der übrigen Nahrungsstoffe. Diese täglichen Schwankungen in der Grösse der Nahrungsaufnahme rühren nun, abgesehen von zufälligen Einflüssen, die auch bei vollkommen gesunden Individuen den Appetit von Tag zu Tage etwas variiren machen, hauptsächlich von der Zusammensetzung der Mahlzeiten an den verschiedenen Tagen ab: wurde während des Frühstücks oder Mittagessens eine Speise gereicht, die alle Kinder oder einzelne derselben besonders gerne essen, so fällt meistens auf diesen Tag das Maximum der Nahrungsaufnahme, und zwar betrifft dasselbe nicht selten sowohl Eiweiss, als auch Fett und Kohlehydrate; zuweilen allerdings findet

auch eine Kompensation in der Weise statt, dass an Tagen, wo mehr Fett genossen wird, die Menge der Kohlehydrate etwas sinkt und umgekehrt, — als Regel kann dieses Verhältniss jedoch nicht betrachtet werden. Auch das Eiweiss compensirt sich zuweilen mit den stickstofffreien Nahrungsstoffen, und zwar häufiger mit dem Fett als mit den Kohlehydraten, d. h. bei grösserem Eiweissgenuss wird etwas weniger Fett gegessen und umgekehrt, während die Menge der Kohlehydrate gewöhnlich mit dem Eiweiss steigt und fällt. Ich will das soeben Gesagte mit einigen Beispielen aus den hier nicht angeführten Urtabellen beleuchten, in welchen die Nahrungsaufnahme detaillirt für jeden Tag berechnet ist.

Aeltestes Mädchen (I). Zweiter Versuch.

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
1. Tag	74,94	102,82	268,91
2. Tag	116,83	105,40	287,36
3. Tag	83,10	76,92	208,61

Wir sehen am 1. Tag eine weit unter dem Mittel bleibende Eiweissmenge, während Fett und Kohlehydrate die Durchschnittsquantität übersteigen. Am 2. Tage finden wir Maximalzahlen für alle drei Nahrungsstoffe; es rührt dies davon her, dass an diesem Tage beim Mittagessen kleine Pfannkuchen (die Lieblingsspeise des Kindes Nr. I) gereicht wurden, von denen das Mädchen 10 Stück ass. Am 3. Tag wird relativ wenig genossen, und zwar von allen Nahrungsstoffen: Fett und Kohlehydrate erreichen das Minimum der drei Tage und auch das Eiweiss bleibt hinter dem Mittel erheblich zurück.

Zweitältestes Mädchen (II). Erster Versuch.

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
1. Tag	69,74	81,98	195,00
2. Tag	84,13	88,69	265,25
3. Tag	107,95	101,47	283,28
4. Tag	65,66	82,90	198,01
5. Tag	86,56	95,43	259,75
6. Tag	83,30	87,81	267,77

Wir sehen, dass der 1. und 4. Tag Minimalzahlen enthalten, die sich auf alle Nahrungsstoffe erstrecken, während am 3. Tag Maximalmengen von Eiweiss, Fett und Kohlehydraten genossen werden; auch hier ist dieses Maximum wenigstens theilweise durch

eine Lieblingsspeise des Kindes (Waffeln mit geschlagenem Rahm) bedingt, von denen das Mädchen 9 Stück ass. An den übrigen drei Tagen (2. 5. und 6.) gehen Eiweissaufnahme und Genuss von Kohlehydraten sehr regelmässig vor sich und halten sich etwas über dem Durchschnitt, während das Fett etwas grössere Schwankungen zeigt.

In ganz ähnlicher Weise gestalten sich nun diese Verhältnisse auch bei den übrigen Kindern, weshalb ich die Zahl der Beispiele nicht vermehren will. Nur möchte ich noch bemerken, dass bei den Züricher Kindern die täglichen Schwankungen in der aufgenommenen Menge der einzelnen Nahrungsstoffe merklich geringer waren als bei den Petersburger Mädchen. Für das ältere der Züricher Kinder (V) ergaben sich folgende Zahlen:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
1. Tag	50,36	32,32	203,14
2. Tag	53,28	44,30	206,72
3. Tag	48,66	35,93	205,02

Wir sehen, dass nur am 2. Tage, bedingt durch die Combination der Speisen, etwas mehr Eiweiss und Fett aufgenommen wird, im Uebrigen aber die Aufnahme von Nahrungsstoffen eine auffallend gleichmässige ist.

Noch ein Unterschied in den quantitativen Verhältnissen der Nahrungsaufnahme existirt zwischen den Petersburger und den Züricher Kindern. Aus der oben angeführten Tabelle ist ersichtlich, dass die letzteren etwas weniger Eiweiss, bedeutend weniger Fett und dafür viel mehr Kohlehydrate geniessen als das in gleichem Alter mit ihnen stehende Petersburger Mädchen Nr. IV und IVa. Die geringere Fettaufnahme rührt namentlich davon her, dass die Züricher Kinder, wie weiter oben schon erwähnt wurde, nur selten frische Butter geniessen, während die Petersburger Mädchen bei jeder Mahlzeit grössere oder geringere Quantitäten derselben verzehren. Die bedeutende Menge von Kohlehydraten in der Nahrung der Züricher Kinder hängt davon ab, dass hier Mehlspeisen und Gemüse eine grössere Rolle spielen als dies bei den Petersburger Mädchen der Fall ist; es ist dies eine Folge der an beiden Versuchsarten ziemlich verschiedenen Lebensweise im Allgemeinen.

Bevor ich nun auf eine Besprechung der von den einzelnen Kindern genossenen Nahrungsstoffmengen, im Zusammenhange mit dem Alter und der körperlichen Entwicklung der Kinder eingehe, will ich zunächst einen Vergleich anstellen zwischen den von mir erhaltenen Resultaten und den wesentlichsten Angaben anderer Autoren, welche in neuerer Zeit die Frage über die Ernährungsverhältnisse von Kindern verschiedener Altersstufen untersucht haben.

Zunächst der Vergleich mit den Versuchsresultaten Camerer's. Die Kinder Camerer's erhielten im Laufe der 10 Monate dauernden Versuchsreihe zweimal (so ziemlich am Anfange und sodann am Ende der Versuchszeit) eine Nahrung von bestimmter, durch Analysen bekannter Qualität und, wie Camerer angibt, von sehr bedeutendem Eiweissgehalt. Zum Vergleiche stelle ich die von Camerer angeführten Mittelzahlen aus seinen sämmtlichen Versuchen den Durchschnittswerthen aus meinen beiden Versuchsreihen (Petersburger Kinder) gegenüber, was um so gerechtfertigter erscheint, als in beiden Fällen die zwischen den einzelnen Versuchen verflossene Zeit ganz dieselbe war (7 bis 8 Monate). Die Altersstufen der miteinander zu vergleichenden Kinder entsprechen sich zwar nicht in allen Fällen absolut genau, kommen sich aber doch so nahe, dass eine Zusammenstellung möglich ist. Das jüngste Kind Camerer's, sowie das jüngere meiner Züricher Mädchen, habe ich in den Vergleich nicht mit aufgenommen, da sie an Alter zu sehr differiren.

A. Camerer's Kinder.

Lebensalter	Gesammtmenge der Nahrung	Fixa der Nahrung	Wasser der Nahrung	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
3 bis 3¾	1203	197	1006	44,8	41,5	102,7
5 bis 5¾ [1]	1510	311	1199	63,7	45,8	197,3
8½ bis 9¼	1660	328	1331	61,3	47,0	207,7
10½ bis 11¼	1698	397	1301	67,5	45,7	268,6

1) Knabe.

B. Unsere Kinder. (Mittelzahlen aus beiden Versuchen.)

Lebensalter	Gesammt-menge der Nahrung	Fixa der Nahrung	Wasser der Nahrung	Eiweiss	Fett	Kohle-hydrate
{ 2½ bis 3¼ [1])	1551,3	247,7	1303,6	56,45	46,13	134,44
{ 3½ [2])	1369,9	304,4	1065,5	50,76	37,52	204,96
4¾ bis 5½	1612,7	306,4	1306,3	64,64	58,61	171,88
8¾ bis 9½	1623,9	399,6	1224,3	81,77	86,07	218,82
10½ bis 11¼	1752,3	466,3	1286,0	87,75	108,72	255,96

Wir sehen, dass die Kinder Camerer's, trotzdem dass sie von ihm als vollkommen gesund und körperlich gut entwickelt geschildert werden, dennoch durchwegs bedeutend weniger Eiweissstoffe zu sich nehmen als unsere Versuchskinder. Am auffallendsten ist die Differenz zu Gunsten unserer Kinder bei den beiden ältesten Mädchen; am meisten nähert sich unserem gleichaltrigen Kinde der 5jährige Knabe Camerer's, wogegen sein 3jähriges Mädchen unserem 2½ bis 3jährigen Kinde bedeutend nachsteht. — Noch grösser als beim Eiweissverbrauch ist die Differenz zwischen Camerer's Kindern und unsern Mädchen in Bezug auf die Fettaufnahme: das älteste Kind Camerer's genoss in seiner Nahrung nicht einmal die Hälfte des von unserem gleichaltrigen Mädchen aufgenommenen Fettes, das zweitälteste Kind Camerer's — nicht viel mehr als die Hälfte der von unserem gleichaltrigen Kinde genossenen Fettmenge; etwas geringer, aber immer noch erheblich genug, sind die Differenzen bei den jüngeren Kindern; dagegen genoss unser Züricher Mädchen etwas weniger Fett als das entsprechende Kind Camerer's. — In Bezug auf die Menge der mit der Nahrung aufgenommenen Kohlehydrate existirt kein sehr wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Kinderreihen: in zwei Fällen genossen die Kinder Camerer's etwas mehr Kohlehydrate, in zwei Fällen dagegen die unserigen. Wenn man nun aber berücksichtigt, dass die Kinder Camerer's viel weniger Eiweiss und Fett aufnehmen als unsere Petersburger Mädchen, so muss man zu dem Schlusse kommen, dass relativ in der Nahrung

1) Petersburger Mädchen (IV).

2) Züricher Mädchen (V).

der Kinder Camerer's die Kohlehydrate eine weit hervorragendere Rolle spielen als dies bei unseren Mädchen der Fall ist. — Ich will noch darauf aufmerksam machen, dass bei den Petersburger Kindern die Menge der einzelnen Nahrungsstoffe dem Alter der Kinder entsprechend regelmässig zunimmt, während bei Camerer nur der Verbrauch von Kohlehydraten diese Regelmässigkeit zeigt, in der Aufnahme von Eiweiss und Fett dagegen keine dem Alter der Kinder entsprechende Zunahme constatirt werden konnte; so genoss z. B. der 5jährige Knabe mehr Eiweiss und fast ebenso viel Fett als das 9jährige Mädchen, und bei gleicher Fettaufnahme fast so viel Eiweiss wie das 10 bis 11jährige Mädchen. Der Grund dieser Erscheinung liegt jedenfalls nicht nur darin, dass vielleicht der Knabe eine etwas andere, bewegtere Lebensweise führte als seine älteren Schwestern, sondern ist grossentheils in offenbar verschiedener körperlicher Entwicklung der Kinder, im Verhältniss zu ihrem Alter, zu suchen. Camerer selbst erwähnt, dass sein ältestes Mädchen während der Versuchszeit magerer gewesen sei als die übrigen Kinder; ausserdem sprechen auch die Resultate der von Camerer wiederholt vorgenommenen Wägungen dafür, dass der 5jährige Knabe körperlich besser entwickelt war als seine älteren Geschwister und deshalb eine grössere Nahrungszufuhr zur Erhaltung seines Organismus und zu dessen Wachsthum benöthigte.

Uffelmann[1]) hat für vier blühende, gesund entwickelte Knaben die Menge der durchschnittlich im Tag aufgenommenen Nahrungsstoffe aus der Grösse der Nahrungszufuhr berechnet. Zum Vergleiche mit den von ihm hierbei erhaltenen Zahlen will ich wesentlich die Resultate meines ersten Versuches mit den Petersburger Kindern und ausserdem das jüngere der Züricher Mädchen heranziehen, weil in diesem Falle die Lebensjahre der zu vergleichenden Kinder sich in beiden Reihen am besten entsprechen.

Es steht also in der folgenden Tabelle jedem der vier Knaben Uffelmann's ein ungefähr gleichaltriges Mädchen gegenüber; nur zum Vergleiche mit dem fast 15jährigen Knaben fehlte es mir an einem Versuchskinde desselben Alters und ich habe ihm aus

1) Handbuch der privaten u. öffentlichen Hygiene des Kindes S. 260 u. 264.

diesem Grunde unser ältestes Mädchen während des zweiten Versuchs, wo dasselbe über 11 Jahr alt war, entgegengestellt.

A. Uffelmann's Knaben.				B. Unsere Mädchen.				
Lebens-alter	Eiweiss	Fett	Kohle-hydrate	Nr. der Kinder	Lebens-alter	Ei-weiss	Fett	Kohle-hydrate
2¼	50,2	36,63	108	VI	2¼	44,62	32,32	177,79
				IV	2½	59,48	53,70	141,88
4¼	55,7	44,7	135,8	III	4¾	68,15	62,90	188,0
10½	64,6	46,0	206	I	10½	83,88	122,39	256,96
14¾	83,4	51,0	301	Ia	11¼	91,62	95,04	254,96

Wir sehen, dass mit Ausnahme des kleinen Züricher Mädchens, welches etwas weniger Eiweiss und Fett, aber dafür bedeutend mehr Kohlehydrate genoss als der gleichaltrige Knabe Uffelmann's, alle unsere Mädchen bedeutend mehr Nahrung zuführen als die im entsprechenden Alter stehenden Knaben Uffelmann's, und dass dieses Plus zu Gunsten unserer Kinder sich auf alle Nahrungsstoffe ausdehnt; am auffallendsten ist die Differenz in der Fettaufnahme, deren Grösse die von Uffelmann angegebenen Fettmengen in einzelnen Fällen um mehr als das Doppelte übersteigt. Wir erinnern uns, dass der Vergleich unserer Mädchen mit den Kindern Camerer's ein ähnliches Resultat ergab und dass auch dort die grosse Differenz in der Fettaufnahme am meisten in die Augen fiel. Interessant ist, dass unser 11 jähriges Mädchen bedeutend mehr Eiweiss, fast das Doppelte an Fett und nur etwas weniger Kohlehydrate aufnahm als der fast 15jährige Knabe Uffelmann's.

Wenn wir nun die Nahrung unserer Kinder mit den von Prof. Voit berechneten Mengen der einzelnen Nahrungsstoffe vergleichen, welche im täglichen Durchschnitt auf jedes der 6 bis 15 Jahre alten Kinder des Waisenhauses in München treffen (79 g Eiweiss, 35 g Fett und 251 g Kohlehydrate), so finden wir, dass in Bezug auf ihren Eiweissgehalt eine solche Kost der Nahrung unseres etwa 9jährigen Mädchens entsprechen würde, dass aber auch unser 5jähriges Kind (III), das noch dazu körperlich relativ weniger entwickelt ist als die anderen, nicht so sehr viel weniger Eiweiss bedarf (61 bis 68 g). Für unsere Kinder, wenn wir uns dieselben

im Alter von 6 bis 15 Jahren denken, wäre also ein durchschnittlicher Eiweissgehalt von 79g jedenfalls zu gering[1]). Fett wird von allen unseren Kindern, selbst den kleinsten (mit alleiniger Ausnahme des 2 1/4 Jahre alten Züricher Mädchens), mehr — und zwar vom ältesten Mädchen dreimal mehr — genossen als die Kost des Waisenhauses im Durchschnitt auf ein Kind enthält. Dagegen essen unsere Kinder, mit Ausnahme des ältesten, bedeutend weniger Kohlehydrate als die Münchener Waisenkinder im täglichen Mittel bekommen; es erklärt sich dies theilweise aus der grösseren Fettaufnahme bei unseren Kindern, theilweise daraus, dass die meisten derselben das Durchschnittsalter der Waisenkinder wohl noch nicht erreicht hatten. Im Allgemeinen kann man also sagen, dass die Durchschnittsnahrung im Münchener Waisenhause, in Bezug auf ihren Eiweissgehalt, für unsere 8 bis 9jährigen Kinder, in Bezug auf die in ihr enthaltene Menge von Kohlehydraten sogar unserem 10 bis 11jährigen Kinde genügen würde, dass dagegen mit ihrem Fettgehalte nur unsere kleinsten Züricher Mädchen auskommen könnten. Offenbar wird ein Theil der stickstofffreien Nahrungsstoffe, den unsere Kinder in der Form von Fett geniessen, in der Waisenhauskost durch die billigeren Kohlehydrate ersetzt.

Nicht uninteressant ist ein Vergleich der Nahrungsaufnahme unserer Versuchskinder mit den von Uffelmann (l. c.), auf Grund der bislang vorhandenen Untersuchungen, berechneten Normaldiäten für Kinder verschiedenen Alters. Ich will in diesem Falle den Uffelmann'schen Zahlen die Resultate aller meiner drei Versuchsreihen gegenüberstellen, da das Alter meiner Kinder den von Uffelmann angeführten Altersstufen sehr gut entspricht.

---

1) Natürlich kommt es bei der Beurtheilung dieses Durchschnittswerthes sehr auf die den verschiedenen Altersstufen entsprechende Kinderzahl an: ein Ueberwiegen jüngerer Kinder würde das nothwendige Mittel herabsetzen, und umgekehrt — mit Zunahme der älteren Kinder müsste der Durchschnittswerth der Kost an den einzelnen Nahrungsstoffen gesteigert werden.

A. Uffelmann's Normaldiät.

Lebensalter	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
12 bis 13	72,0	47,0	245
8 bis 9	60,0	44,0	150
5	56,0	43,0	145
4	53,0	41,5	135
3	50,0	38,0	120
2	45,5	36,0	110

B. Nahrungsaufnahme unserer Kinder.

Nr. unserer Kinder	Lebensalter	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Ia	10 bis 11	91,62	95,04	254,96
I	10 bis 11	83,88	122,39	256,96
IIa	8 bis 9	80,63	82,43	192,79
II	8 bis 9	82,90	89,71	244,84
IIIa	5	61,13	54,32	155,76
III	4	68,15	62,90	188,00
IVa	3	53,41	38,57	126,99
V	3	50,76	37,52	204,96
IV	2	59,48	53,70	141,88
VI	2	44,64	32,32	177,79

Wir sehen, dass kein einziges unserer Petersburger Kinder mit derjenigen Menge von Nahrungsstoffen, die in der Uffelmann'schen Normaldiät enthalten ist, auskommen würde; namentlich würden sie hierbei den bedeutenden Mangel an Eiweiss und Fett sehr schwer empfinden, während die Menge der Kohlehydrate, wenigstens in einzelnen Fällen, annähernd genügen könnte. Als sehr arm an Eiweiss und Fett ist, im Vergleich mit unseren Zahlen, die Normaldiät Uffelmann's für die älteren Kinder, von 8 bis 13 Jahren, zu betrachten; jedenfalls ist der quantitative Unterschied in der Diät für 5jährige und derjenigen für 8 bis 9jährige Kinder so gering, dass diese Angaben Uffelmann's wohl kaum als der Wirklichkeit entsprechende Durchschnittszahlen für die nothwendige Nahrungsgrösse von Kindern der genannten Altersstufen angesehen werden können. Offenbar sind die Berechnungen dieses Autors auf Grund eines noch durchaus ungenügenden Materiales angestellt, so dass sich in denselben allzu sehr das zufällige Resultat der einzelnen Fälle ausspricht, auf denen sie beruhen. Ueberhaupt dürfte es bei den grossen individuellen Verschiedenheiten, welche im Wachsthum begriffene Kinder zeigen, schwerlich möglich sein, praktisch verwerthbare Normaldiäten für Kinder verschiedener Altersstufen zu finden, und das Interesse zukünftiger Arbeiten auf diesem Gebiete liegt jedenfalls nicht in der Aufstellung solcher Mittelzahlen, sondern vielmehr darin, zu constatiren, mit welchem Minimum der einzelnen Nahrungsstoffe Kinder verschiedenen Alters unter verschiedenen

äusseren Einflüssen, wie sie durch Klima, Lebensweise, Beschäftigung und dgl. bedingt sind, noch auskommen können, wenn sie dabei gesund bleiben und in normaler Weise sich körperlich entwickeln sollen. Es könnte sich dabei herausstellen, dass überhaupt durchaus nicht in erster Linie das Alter, sondern vorzugsweise das Körpergewicht (also die Masse der Organe) und sodann Beschäftigungs- und Lebensweise die nothwendige Menge der einzelnen Nahrungsstoffe bedingen.

Ich bemerke noch, dass, wie aus obiger Tabelle hervorgeht, für unsere Züricher Mädchen die Normaldiät Uffelmann's, was Eiweiss und Fett anbetrifft, genügen würde, dagegen enthält sie eine für diese Kinder unzureichende Menge von Kohlehydraten, so dass auch hier zugesetzt werden müsste, damit das Nahrungsbedürfniss der Kinder befriedigt werde.

Mit Rücksicht auf das soeben Gesagte bietet die Reduction der Nahrungsmenge auf die Einheit des Körpergewichtes ein nicht geringes Interesse dar. Ich habe deshalb berechnet, welche Quantitäten der einzelnen Nahrungsstoffe bei unseren Versuchskindern auf 1 kg Körpergewicht kommen, und zwar sind in Bezug auf die Petersburger Mädchen die Mittelzahlen (sowohl des Körpergewichtes als auch der Nahrungsmenge) aus beiden Versuchsreihen der Rechnung zu Grunde gelegt. Zum Vergleiche führe ich die bezüglichen Grössen für die Kinder Camerer's an, die schon von Voit[1]) in dieser Weise ausgerechnet wurden; auch aus Uffelmann's Angaben habe ich die relative Menge der einzelnen Nahrungsstoffe für die Kinder verschiedenen Alters berechnet und in die folgende Tabelle eingesetzt.

Auf 1 kg Körper kommen in der Nahrung:

A. Camerer's Kinder.

Lebensalter	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
1 1/2 bis 2 1/4	4,4	4,0	8,9
3 bis 4	3,4	3,1	7,7
5 bis 5 3/4	3,5	2,5	11,0
8 1/2 bis 9 1/4	2,7	2,1	9,2
10 1/2 bis 11 1/4	2,9	2,0	11,5

B. Unsere Kinder.

	Nr. der Versuchskinder	Lebensalter	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Petersburg	—	—	—	—	—
	IV	2 1/2 bis 3 1/4	3,6	2,9	8,5
	III	4 3/4 bis 5 1/2	3,8	3,5	10,2
	II	8 3/4 bis 9 1/3	2,6	2,8	7,0
	I	10 1/2 bis 11 1/4	2,2	2,7	6,5
Zürich	VI	2 1/4	3,9	2,8	15,5
	V	3 1/2	2,9	2,2	11,8

1) Physiologie des allgem. Stoffwechsels und der Ernährung S. 544.

C. Uffelmann's Kinder.

Lebensalter	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
$2^1/_4$	4,1	3,0	8,8
$4^1/_4$	3,6	2,9	8,9
$10^1/_2$	2,6	1,8	8,2
$14^3/_4$	2,0	1,2	7,1

Wir bemerken hier in erster Linie, dass, wie gross auch die Differenzen in der absoluten Menge der aufgenommenen Nahrungsstoffe zwischen den gleichalterigen Kindern Camerer's und Uffelmann's einerseits und unseren Mädchen andrerseits sind, diese bedeutenden Unterschiede dennoch fast vollständig verschwinden, sobald man die relativen Grössen in Betracht zieht und sich frägt, wieviel von den einzelnen Nahrungsstoffen dann in dem einen und dem anderen Falle auf das Kilo Körpergewicht komme. Und wenn wir näher zusehen, so geht aus der obigen Zusammenstellung hervor, dass diese Ausgleichung der Differenzen weitaus am vollkommensten ist bei der Eiweissaufnahme, so dass sowohl bei Camerer's und Uffelmann's Beobachtungen, als auch bei meinen Versuchen, Kinder der entsprechenden Altersstufen auf die Einheit des Körpergewichts eine fast absolut gleiche Menge von Eiweiss zu sich nahmen. Um dieses wichtige Resultat besser zu beleuchten, will ich die absoluten und relativen Eiweissmengen in der Tagesportion bei Kindern verschiedenen Alters hier vergleichend zusammenstellen.

Lebensalter	Absolute Eiweissmengen			Auf 1kg Körper kommen		
	Camerer	Uffelmann	Unsere Kinder	Camerer	Uffelmann	Unsere Kinder
2	47,1	50,2	59,48 [1] 44,64 [2]	4,4 [3]	4,1	3,8 3,9
3 bis 5	44,8 63,7	55,7	56,45 [4] 64,64 [4]	3,4 3,5	3,6	3,6 3,8
8 bis 9	61,3	—	81,77 [4]	2,7	—	2,6
10 bis 11	67,5	64,6	87,75 [4]	2,9	2,6	2,2

1) Mädchen Nr. IV während des ersten Versuches.

2) Das jüngere Züricher Mädchen (VI).

3) Dieses Kind war etwas jünger als die mit ihm in Vergleich gezogenen Kinder und nahm deshalb, wie im Texte erläutert werden wird, relativ etwas mehr Eiweiss auf.

4) Mittelzahlen für unsere Petersburger Mädchen aus beiden Versuchsreihen.

Wir sehen also in erster Linie, dass bei Kindern, die ungefähr gleichen Alters sind, die Eiweissaufnahme sich nach dem Körpergewichte richtet, so dass auf 1^{kg} Körper immer annähernd die gleiche Menge Eiweiss in der täglichen Nahrung genossen wird, auch wenn die Kinder unter den verschiedensten äusseren Verhältnissen leben.

Aber der bestimmende Einfluss, welchen das Körpergewicht, oder mit anderen Worten die Organmasse, auf die Eiweisszufuhr ausübt, erstreckt sich noch weiter, und wir können constatiren, dass auch Kinder verschiedenen Alters, aber von gleichem Körpergewichte, gleiche Mengen von Eiweiss in der Nahrung aufnehmen: so ist z. B. der Eiweissconsum des 4¼jährigen Knaben Uffelmann's, dessen Gewicht $15{,}25^{kg}$ betrug, vollständig gleich mit dem Eiweissverbrauch unseres 2½ bis 3¼jährigen Petersburger Mädchens, das im Mittel aus beiden Versuchen $15{,}74^{kg}$ wog, — der Knabe nahm in seiner täglichen Nahrung $55{,}7^{g}$ Eiweiss auf, das Mädchen $56{,}45^{g}$; ferner brauchte der 14¾jährige Knabe Uffelmann's nicht mehr Eiweiss ($83{,}4^{g}$) als unser 10 bis 11 Jahre altes Mädchen (im Mittel $87{,}75^{g}$), denn der erstere wog trotz seines höheren Alters nur sehr unbedeutend mehr als das letztere (42^{kg} und $39{,}6^{kg}$).

So lange es sich also um die absoluten Eiweissmengen handelt, die in der täglichen Nahrung genossen werden, liegt der entscheidende Factor zweifellos im Körpergewicht, in der Masse der Organe, welche auf ihrem Bestand erhalten werden und bei wachsenden Organismen sich entsprechend weiter entwickeln müssen. Hieraus folgt aber unmittelbar, dass, wenn man in den Fall kommt, Diäten oder Kostsätze vorzuschreiben, der Eiweissgehalt derselben nicht nach dem Lebensalter der Kinder berechnet werden darf, sondern sich nach dem Körpergewicht derselben richten muss. Man wird sich jetzt auch nicht mehr wundern über die grossen Mengen von Eiweiss, welche unsere Kinder im Vergleiche mit den Versuchskindern Camerer's und Uffelmann's geniessen, — sie besitzen eben durchwegs ein bedeutend grösseres Körpergewicht als die letzteren, und, da die Einheit des Körpergewichtes zu ihrem Bestande und Wachsthum eine gewisse Menge von Eiweiss braucht, so können eben

unsere Mädchen mit denjenigen Eiweissmengen, die für die gleichalterigen Kinder Camerer's und Uffelmann's genügen, nicht auskommen; eine durch äussere Verhältnisse bedingte Verminderung der Eiweissaufnahme würde sofort eine ungünstige Veränderung in der körperlichen Entwicklung dieser Kinder zur Folge haben.

Etwas anders verhält es sich mit den relativen Eiweissmengen. Es scheint in dieser Beziehung das Lebensalter wachsender Organismen von bestimmendem Einfluss zu sein, und zwar in der Art, dass mit dem Alter der Kinder die auf 1^{kg} Körper kommende Menge von Eiweiss in der Nahrung stetig abnimmt. Ein solcher Schluss ist durch die obige Tabelle, in welcher sich dieses Verhältniss mit grosser Regelmässigkeit zeigt, vollkommen gerechtfertigt: überall, sowohl bei Camerer und Uffelmann, als auch aus unseren Versuchen, ergibt sich, dass die jüngsten Kinder, etwa von 2 bis 4 Jahren, beinahe doppelt soviel Eiweiss auf die Einheit des Körpergewichtes in ihrer Nahrung geniessen als die älteren Kinder von 10 bis 11 Jahren und darüber. Wahrscheinlich bedürfen kleinere Kinder, des raschen Wachsthums halber, relativ grössere Mengen von Eiweiss als die älteren Kinder, bei denen, wie schon Prof. Voit[1]) bemerkte, mehr die den Verbrauch an Nahrungsstoffen bei Erwachsenen bestimmenden Einflüsse hervortreten.

Betreffs der relativen Fettmenge in der Nahrung, ergeben sich aus den Beobachtungen Camerer's und Uffelmann's ganz ähnliche Verhältnisse wie die oben in Bezug auf das Eiweiss geschilderten: die jüngeren Kinder dieser Autoren nehmen auf das Kilo Körper doppelt so viel und mehr Fett zu sich als die älteren, und zwar geht aus der oben angeführten Tabelle hervor, dass die Abnahme der relativen Fettmenge mit zunehmendem Alter rascher und in höherem Maasse erfolgt als die Abnahme der relativen Eiweissmenge. Ein ganz anderes Verhalten zeigt in dieser Beziehung die Nahrung unserer Petersburger Mädchen: hier kommt bei den älteren Kindern, von 8½ bis 11 Jahren, auf das Kilo Körper ganz ebensoviel Fett in der Tageskost als bei dem Kinde von 2 bis 3 Jahren, und nur das 5jährige Mädchen macht eine Ausnahme,

1) a. a. O. S. 544.

indem es an Fettgenuss alle seine Geschwister übertrifft. Ich bemerke noch, dass in Bezug auf das Fett die bedeutenden Differenzen zwischen den Kindern Camerer's und Uffelmann's einerseits und unseren Petersburger Mädchen andrerseits (siehe oben) sich bei Reduction auf das Kilo Körpergewicht lange nicht in der Weise ausgleichen, wie dies betreffs des Eiweisses der Fall war: unsere Kinder geniessen auch relativ weit grössere Mengen von Fett als diejenigen der übrigen Autoren, und ich möchte diesen Umstand als sehr wesentlich bezeichnen, da er jedenfalls der guten Ernährung noch wachsender Organismen günstig ist. Offenbar wird in der Nahrung der älteren Kinder Camerer's und Uffelmann's der relative Mangel an Fett durch Aufnahme einer grösseren Menge von Kohlehydraten ausgeglichen, denn wir sehen aus der Tabelle, dass bei diesen Kindern die auf 1^{kg} Körpergewicht treffende Quantität von Kohlehydraten fast überall gleich ist (Uffelmann) oder sogar mit steigendem Alter zunimmt (Camerer), während unsere älteren Petersburger Mädchen relativ bedeutend weniger Kohlehydrate geniessen als die beiden jüngeren Kinder. Wenn also auch zwischen der Nahrung der Kinder Camerer's und Uffelmann's einerseits und der Nahrung unserer Petersburger Mädchen andrerseits eine Uebereinstimmung darin besteht, dass in beiden Fällen mit zunehmendem Alter der Kinder das Verhältniss zwischen stickstoffhaltigen und stickstoffreien Nahrungsstoffen sich zu Gunsten der letzteren verändert, so liegt doch ein nicht zu verachtender Unterschied in dem Umstande, dass bei dieser Veränderung die Nahrung unserer Kinder relativ reicher an Fett wird, während bei Camerer und Uffelmann die Kohlehydrate mehr in den Vordergrund treten. Dieses Verhältniss ergibt sich mit grosser Deutlichkeit aus folgender Tabelle, welche die Procentsätze von Eiweiss, Fett und Kohlehydraten (die Gesammtsumme dieser Nahrungsstoffe als 100 genommen) für die Kinder der verschiedenen Altersstufen enthält. Der Tabelle liegen in Bezug auf unsere Petersburger Mädchen die Durchschnittswerthe aus beiden Versuchsreihen zu Grunde; für die Kinder Camerer's und Uffelmann's sind die von diesen Autoren gegebenen absoluten Zahlen von mir in Procente umgerechnet.

Die Nahrung der Kinder enthält in Procenten:

A. Camerer's Kinder.				B. Unsere Petersburger Mädchen.			
Lebensalter	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Lebensalter	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
$1^1/_2$ bis $2^1/_4$	25,28	23,25	51,47	—	—	—	—
3 bis 4	23,70	21,96	54,34	$2^1/_2$ bis $3^1/_4$	23,82	19,46	56,72
5 bis $5^3/_4$	20,76	14,93	64,31	$4^3/_4$ bis $5^1/_2$	21,90	19,86	58,24
$8^1/_2$ bis $9^1/_4$	19,40	14,87	65,73	$8^3/_4$ bis $9^1/_2$	21,15	22,26	56,59
$10^1/_2$ bis $11^1/_4$	17,68	11,97	70,35	$10^1/_2$ bis $11^1/_4$	19,40	24,03	56,57

C. Uffelmann's Kinder.

Lebensalter	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
$2^1/_4$	25,77	18,79	55,44
$4^1/_4$	23,58	18,92	57,50
$10^1/_2$	20,40	14,53	65,07
$14^3/_4$	19,16	11,71	69,13

Bei allen drei Kindergruppen nimmt, wie wir es nach den früheren Auseinandersetzungen erwarten konnten, die Eiweissmenge in der Nahrung mit steigendem Alter procentisch ab, und es muss also die Gesammtsumme der stickstofffreien Nahrungsstoffe in entsprechender Weise zunehmen. In der Art nun, wie sich diese Zunahme auf das Fett und die Kohlehydrate vertheilt, liegt ein wesentlicher Unterschied der Nahrung unserer Petersburger Mädchen einerseits und der Kinder Camerer's und Uffelmann's andrerseits. Während bei unseren Mädchen, der Abnahme des Eiweisses entsprechend, die procentische Menge des Fettes in regelmässiger Weise zunimmt, die procentische Menge der Kohlehydrate dagegen für die verschiedenen Altersstufen gleich bleibt, finden wir bei Camerer und Uffelmann eine, mit dem Alter der Kinder Hand in Hand gehende, sehr bedeutende Abnahme der procentischen Fettmenge und dagegen ein gewaltiges Ansteigen der Kohlehydrate. Es ist dies ein deutlicher Beweis dafür, dass bei unseren Petersburger Mädchen die relative Zunahme der stickstofffreien Nahrungsstoffe, die als eine constante Begleiterin der Alterszunahme zu betrachten ist, ausschliesslich auf Rechnung des Fettes kommt, während bei den Kindern Camerer's und Uffelmann's nicht nur dieser relative Zuwachs an stickstofffreien Nahrungsstoffen vollständig durch Kohlehydrate gedeckt wird, sondern die letzteren in der Nahrung der älteren Kinder ausserdem auch noch ein gutes Procent desjenigen Theiles der stickstofffreien Nahrungsstoffe ersetzen, welcher von den jüngeren Kindern noch in der Form von Fett genossen wird.

Voit verlangt, dass in der Nahrung erwachsener Menschen auf 9 Theile Kohlehydrate zum Mindesten 1 Theil Fett komme. Forster[1]) fand in der Nahrung von 2 Arbeitern und 2 jungen Aerzten folgendes Verhältniss von Fett zu Kohlehydraten:

1. Arbeiter . . .	1:4,4	im Mittel 1:5,6[2])
2. „ . . .	1:7,3	
3. Arzt . . .	1:4,1	im Mittel 1:3,4.
4. „ . . .	1:2,9	

Offenbar ersetzten die Arbeiter, deren Nahrung im Uebrigen reichlich und von zweckmässiger Zusammensetzung war, das theuere Fett theilweise durch Kohlehydrate.

Aus der folgenden Zusammenstellung ersieht man, wie sich in dieser Beziehung die Nahrung unserer Versuchskinder, sowie diejenige der Kinder Camerer's und Uffelmann's verhält (die ältesten Kinder sind überall mit Nr. I bezeichnet):

	Unsere Petersburger Kinder	Camerer's Kinder	Uffelmann's Kinder
I	1:2,35	1:5,88	1:5,90
II	1:2,54	1:4,42	1:4,48
III	1:2,93	1:4,31	1:3,04
IV	1:2,91	1:2,48	1:2,95
	Züricher Kinder		
V	1:5,47		
VI	1:5,50		

Es ergibt sich hieraus mit grosser Deutlichkeit, dass unsere Petersburger Kinder, im Verhältniss zu den Kohlehydraten, viel mehr Fett consumiren als die Kinder Camerer's und Uffelmann's; eine Ausnahme bilden nur die jüngsten Kinder, bei denen das Verhältniss von Fett zu den Kohlehydraten überall ziemlich gleich ist. Am ungünstigsten ist dieses Verhältniss bei den ältesten Kindern Camerer's und Uffelmann's, sowie bei unseren Züricher Mädchen, deren Nahrung in dieser Beziehung derjenigen der Münchener Arbeiter gleichkommt.

Ich habe nun ferner das quantitative Verhältniss zwischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nah-

1) Beiträge zur Ernährungsfrage (Ztschr. f. Biologie Bd. 9 (1873) S. 399.

2) Diese Mittel sind aus den absoluten Zahlen gezogen.

rungsbestandtheilen in der Nahrung der verschiedenen Kinder berechnet, indem ich als Einheit die auf 1 kg Körpergewicht kommende Eiweissmenge annahm und, entsprechend den bisherigen Angaben, 175 g Kohlehydrate, in Beziehung der Aufhebung des Fettverlustes vom Körper, gleich 100 g Fett setzte[1]).

A. Camerer's Kinder[2]).		B. Unsere Petersburger Mädchen.	
Lebensalter der Kinder	Verhältniss des Eiweisses zu den N freien Nahrungsstoffen	Lebensalter der Kinder	Verhältniss des Eiweisses zu den N freien Nahrungsstoffen
$1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{4}$	1 : 2,07	—	—
3 bis 4	1 : 2,12	$2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{4}$	1 : 2,16
5 bis $5\frac{3}{4}$	1 : 2,52	$4\frac{3}{4}$ bis $5\frac{1}{2}$	1 : 2,46
$8\frac{1}{2}$ bis $9\frac{1}{4}$	1 : 2,74	$8\frac{3}{4}$ bis $9\frac{1}{2}$	1 : 2,62
$10\frac{1}{2}$ bis $11\frac{1}{4}$	1 : 2,97	$10\frac{1}{2}$ bis $11\frac{1}{4}$	1 : 2,92

C. Uffelmann's Kinder.

Lebensalter der Kinder	Verhältniss des Eiweisses zu den N freien Nahrungsstoffen
$2\frac{1}{4}$	1 : 1,96
$4\frac{1}{4}$	1 : 2,22
$10\frac{1}{2}$	1 : 2,50
$14\frac{3}{4}$	1 : 2,63

Für den Vergleich der einzelnen Kindergruppen unter einander haben diese Zahlen keinen besonderen Werth; sie zeigen nur, wie regelmässig überall mit dem steigenden Alter der Kinder die relative Zunahme der stickstofffreien Nahrungsstoffe dem Eiweiss gegenüber eintritt, so dass schon bei zehnjährigen Kindern im Allgemeinen dasjenige Verhältniss erreicht wird, wie es in der Nahrung erwachsener Arbeiter vorkommt[3]).

Zu ähnlichen Resultaten kommen wir, wenn wir die Menge des Stickstoffs und Kohlenstoffs in der Nahrung verschiedenalteriger Kinder vergleichen, wie dies in der folgenden Tabelle geschehen ist (der Berechnung des N und C ist die bekannte Elementarzusammensetzung des Eiweisses, der gewöhnlichen Nahrungsfette und des Stärkemehles zu Grunde gelegt).

1) Voit, Physiologie des allgem. Stoffwechsels u. der Ernährung S. 150.

2) Die Verhältnisszahlen für die Kinder Camerer's sind schon von Voit (a. a. O. S. 544) berechnet worden.

3) Voit, a. a. O. S. 543.

A. Camerer's Kinder.				B. Unsere Kinder. (Mittel aus beiden Versuchsreihen.)			
Lebensalter	Stickstoff	Kohlenstoff	Verhältniss	Lebensalter	Stickstoff	Kohlenstoff	Verhältniss
1½ bis 2¼	7,3	100,5	1 : 13,8	—	—	—	—
3 bis 4	7,0	100,9	1 : 14,4	2½ bis 3¼	9,03	124,5	1 : 13,8
5 bis 5¾	10,0	155,9	1 : 15,6	4¾ bis 5½	10,34	155,0	1 : 14,9
8½ bis 9¼	9,6	160,2	1 : 16,7	8¾ bis 9½	13,08	205,8	1 : 15,7
10½ bis 11¼	10,5	189,3	1 : 18,0	10½ bis 11¼	14,04	242,7	1 : 17,3

C. Uffelmann's Kinder.

Lebensalter	Stickstoff	Kohlenstoff	Verhältniss
2¼	7,8	102,4	1 : 13,1
4¼	8,7	123,7	1 : 14,2
10½	10,1	160,4	1 : 16,0
14¾	13,0	216,0	1 : 16,6

Man sieht, dass überall, mit zunehmendem Alter der Kinder, das Verhältniss sich zu Gunsten des Kohlenstoffs ändert, indem die Nahrung relativ kohlenstoffreicher wird. Nach Forster[1]) beträgt bei erwachsenen Männern, die sich gut nähren, der Stickstoffgehalt der täglichen Nahrung 20 bis 21g, der Kohlenstoffgehalt 280 bis 342g, wonach das Verhältniss des N zum C zwischen 1:14 und 1:17 schwanken würde. Es ist also nur bei ganz kleinen Kindern, etwa bis zum dritten oder vierten Lebensjahre, die Nahrung relativ wesentlich ärmer an Kohlenstoff, während von dieser Zeit an das Verhältniss des Stickstoffs zum Kohlenstoff sich demjenigen in der Nahrung des erwachsenen Menschen zu nähern beginnt.

Die in der Tabelle angeführten Kindergruppen verhalten sich in dieser Hinsicht ziemlich gleich; höchstens könnte man sagen, dass sich in der Nahrung der Kinder Camerer's etwas mehr Kohlenstoff befindet als in derjenigen der gleichalterigen Petersburger Mädchen oder der Kinder Uffelmann's. Relativ noch reicher an C — und offenbar zu reich für das betreffende Alter — ist die Nahrung unserer Züricher Kinder, in welcher sich der Stickstoff zum Kohlenstoff verhält wie 1 : 17,8 und 1 : 18. Uebrigens muss bemerkt werden, dass die Verhältnisszahl, welche die Kohlenstoffmenge ausdrückt, einen sehr verschiedenen Werth hat, je nachdem sich die quantitativen Beziehungen zwischen dem aus Fett und dem aus Kohlehydraten stammenden Kohlenstoff gestalten.

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 9 (1873) S. 381.

Dass aber, auch bei gleichem Verhältniss zwischen N und C, in dieser Hinsicht sehr bedeutende Differenzen vorkommen können, zeigt folgende Tabelle, in welcher derjenige Antheil des Gesammtkohlenstoffs, der auf die einzelnen Nahrungsstoffe fällt, für alle hier zu vergleichenden Kinder in Procenten angegeben ist.

Lebensalter der Kinder	Vom Gesammtkohlenstoff entfallen auf:		
	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
	A. Camerer's Kinder.		
1½ bis 2¼	25,07	32,95	41,98
3 bis 4	23,78	31,42	44,80
5 bis 5¾	21,87	22,45	55,68
8½ bis 9¼	20,47	22,47	57,06
10½ bis 11¼	19,07	18,49	62,44
	B. Unsere Petersburger Mädchen.		
2½ bis 3¼	24,25	28,27	47,48
4¾ bis 5½	22,32	28,78	48,90
8¾ bis 9⅓	21,23	31,97	46,80
10½ bis 11¼	19,33	34,28	46,39
	C. Uffelmann's Kinder.		
2¼	26,27	27,34	46,39
4¼	24,09	27,65	48,26
10½	21,57	21,95	56,48
14¾	20,65	18,06	61,29

Wir sehen, dass in der Nahrung der Kinder Camerer's der Antheil des Kohlenstoffs, welcher dem Fette entstammt, zwischen 18,49 und 32,95 % schwankt, während die Kohlehydrate 41,98 bis 62,44 % des Gesammtkohlenstoffs liefern, und zwar in reciprokem Verhältniss zu dem vom Fette herrührenden Kohlenstoff. Die Nahrung der Kinder Uffelmann's zeigt ein dem soeben beschriebenen ähnliches Verhalten: 18,06 bis 27,34 % des Gesammtkohlenstoffs entstammen dem Fett, und 46,39 bis 61,29 % den Kohlehydraten. Ganz anders dagegen verhält sich die Nahrung unserer Petersburger Mädchen: die vom Fett gelieferte Procentzahl des Gesammtkohlenstoffs sinkt in keinem einzigen Falle unter 28,27 % herab, das Maximum beträgt 34,28 %; der von den Kohlehydraten herrührende Kohlenstoff schwankt nur zwischen 46,39 und 48,90 %. Der aus dem Nahrungsfett stammende Procentsatz des Kohlenstoffs ist also hier bedeutend grösser, der von den Kohlehydraten gelieferte Antheil desselben sehr viel kleiner und gleichmässiger als bei den

Kindern Camerer's und Uffelmann's. Will man also das quantitative Verhältniss von Stickstoff und Kohlenstoff zur Charakteristik einer Nahrung benützen, so sind demselben noch die Procentsätze beizufügen, mit welchen sich die einzelnen Nahrungsstoffe an der Gesammtsumme des Kohlenstoffs betheiligen, da hierdurch erst das wesentliche Kriterium für die Beurtheilung der Nahrung von diesem Standpunkte aus gegeben wird.

Man weiss nun, dass nicht nur die Menge der einzelnen Nahrungsstoffe über den Werth einer Nahrung entscheidet, sondern dass es für den Organismus durchaus nicht gleichgültig ist, in welcher Form ihm diese Stoffe gereicht werden. Namentlich gilt dies vom Eiweiss. Der wichtige Unterschied, der in dieser Beziehung zwischen animalischer und vegetabilischer Nahrung besteht, ist bekannt[1]), und wir haben hier, ohne auf die theoretische Seite der Frage einzugehen, nur zu constatiren, wie sich in dieser Hinsicht die Nahrung unserer Versuchskinder verhält. Leider ist hierbei ein Vergleich mit den Kindern Camerer's und Uffelmann's nicht möglich, da sich bei diesen Autoren keine Angaben über die Art und Menge der von den einzelnen Kindern genossenen Speisen finden. Die folgende Tabelle enthält sowohl die absoluten als auch die procentischen Mengen des von den Kindern in der täglichen Nahrung aufgenommenen animalischen und vegetabilischen Eiweisses; die Zahlen bezeichnen Mittelwerthe aus den einzelnen Versuchsreihen:

Nr. der Versuchs-kinder	Gesammt-eiweiss	Ani-malisches	Vegeta-bilisches	In Procenten.	
				Animalisches	Vegetabilisches
			A. Petersburger Kinder.		
			Erster Versuch.		
I	83,88	49,06	34,82	58,49	41,51
II	82,90	53,92	28,98	65,04	34,96
III	68,15	51,68	16,47	75,83	24,17
IV	59,48	52,76	6,72	88,70	11,30
			Zweiter Versuch.		
Ia	91,62	53,13	38,49	57,99	42,01
IIa	80,63	56,58	24,05	70,17	29,83
IIIa	61,13	44,32	16,81	72,50	27,50
IVa	53,41	43,52	9,89	81,48	18,52
			B. Züricher Kinder.		
V	50,76	35,11	15,65	69,17	30,83
VI	44,62	30,49	14,13	68,33	31,67

1) Siehe Voit, a. a. O. S. 484 ff.

Man sieht, dass in der Nahrung aller unserer Kinder sich bedeutend mehr animalisches Eiweiss befindet als vegetabilisches: bei den jüngeren Petersburger Mädchen beträgt das letztere nur $^1/_{10}$ bis $^1/_4$ des Gesammteiweisses; doch steigt seine Menge sehr regelmässig mit dem Alter der Kinder, so dass das älteste Mädchen schon $^2/_5$ seines Eiweissbedarfs in Form vegetabilischer Nahrungsmittel zu sich nimmt. In der Nahrung der Züricher Mädchen beläuft sich das Pflanzeneiweiss auf beinahe ein Drittel des Gesammteiweisses, was für das betreffende Alter etwas viel ist, da das Petersburger Mädchen der entsprechenden Altersstufe (IV und IVa) nicht mehr als 11 bis 18 % vegetabilisches Eiweiss geniesst. Jedenfalls ist das bedeutende Vorwiegen des aus dem Thierreiche stammenden Eiweisses, wie wir es bei unseren jüngeren Petersburger Mädchen finden, und sodann der allmähliche Uebergang zu einer an Pflanzeneiweiss reicheren Nahrung bei zunehmendem Alter, durchaus natürlich und entspricht dem, was wir von vorneherein von einer normalen Ernährungsweise wachsender Organismen erwarten würden, denn das ganz kleine Kind, das neugeborene, nährt sich ja unter günstigen Verhältnissen monatelang ausschliesslich mit animalischer Kost, während andrerseits der erwachsene Mensch in seiner Nahrung einen ausgedehnten Gebrauch von den Vegetabilien macht; der wachsende Organismus steht in der Mitte zwischen diesen zwei Extremen, — je jünger er ist, desto mehr muss seine Nahrung den Charakter der Säuglingsnahrung beibehalten, je älter er dagegen wird, desto mehr wird sich dieselbe dem Typus der Nahrung des Erwachsenen nähern.

Diese Unterschiede in der Art der Ernährung, wie sie durch das Alter bedingt sind, lassen sich sehr gut dadurch ausdrücken, dass man nachsieht, wie viel von dem in der Nahrung aufgenommenen Eiweiss, Fett und Kohlehydraten bei Kindern verschiedenen Alters auf dieses oder jenes Lebensmittel, auf diese oder jene Speise trifft. Wir haben für unsere Petersburger Mädchen diese Berechnung mit Bezug auf die wesentlichsten Nahrungsmittel durchgeführt, und die folgende Tabelle enthält die Angaben darüber, in welchem Verhältniss die verschiedenen Nährstoffe in der Tagesration der ein-

zelnen Kinder aus Fleisch, Milch, Brod, Butter etc. herstammen. Hinsichtlich des Eiweisses finden sich in der Tabelle sowohl die absoluten Mengen als auch die Procentzahlen; Fette und Kohlehydrate dagegen sind nur in Procenten angegeben. Die Zahlen beziehen sich auf die Mittelwerthe aus beiden Versuchsreihen.

Eiweiss in der mittleren Tagesration:

	Absolute Mengen				Procente			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Fleisch	24,77	26,11	27,80	21,69	28,64	31,77	42,24	37,76
Milch	12,65	15,65	17,64	16,98	14,63	19,05	26,80	29,56
Eier	10,80	9,00	1,05	7,50	12,49	10,95	1,59	13,05
Rahm	1,56	3,69	3,20	3,47	1,80	4,49	4,86	6,04
Brod	24,77	21,91	11,04	3,73	28,65	26,67	16,77	6,49
Pfannenkuchen, Bisquits u. dgl.	10,09	4,51	5,60	3,79	11,67	5,49	8,51	6,59

Fett (in Procenten):

	I	II	III	IV
Butter	54,76	40,62	28,68	8,87
Milch	9,33	15,21	23,62	29,16
Rahm	7,16	17,17	17,45	23,90
Eier	9,46	10,40	1,68	14,89
Fleisch	8,76	11,08	16,64	15,35
Pfannenkuchen, Bisquits u. dgl.	7,78	3,40	7,23	6,02

Kohlehydrate (in Procenten):

	I	II	III	IV
Brod	53,85	53,82	34,82	15,24
Zucker	23,38	25,60	36,85	49,25
Pfannenkuchen etc.	11,12	4,10	7,28	6,79
Milch	7,53	10,50	14,61	18,92
Rahm	1,73	4,47	3,62	5,92

Was zunächst das Eiweiss anbetrifft, so sehen wir, dass die Kinder, je jünger sie sind, um so mehr ihren Eiweissconsum auf Fleisch und Milch concentriren, während in der Nahrung der älteren Mädchen diese beiden Nahrungsmittel als Eiweissquellen eine, wenn auch immer noch bedeutende, so doch wesentlich geringere Rolle spielen und dafür das Brod mehr in den Vordergrund tritt. Milch und Brod scheinen sich in dieser Beziehung geradezu gegenseitig zu ersetzen, denn in demselben Maasse, wie der Eiweissverbrauch aus der Milch mit steigendem Alter der Kinder abnimmt, wächst der Consum des Eiweisses aus Brod [1]). Fassen wir Fleisch, Milch, Rahm und Eier zusammen, so ergibt sich, dass das jüngste Kind mehr als 4/5 seines Gesammtbedarfes an Eiweiss durch Aufnahme dieser Nahrungsmittel befriedigt, das zweitjüngste etwas mehr als

1) Ein ähnliches reciprokes Verhältniss zwischen Milch und Brod ergibt sich auch bei den Kindern Camerer's (a. a. O. S. 34).

3/4, das zweitälteste noch 2/3 und das älteste nur noch 1/2 bis 3/5. Es findet also, wie schon oben ausgeführt wurde, mit zunehmendem Alter der Kinder ein regelmässiger Uebergang von der anfangs fast ausschliesslich animalischen Kost zu einer an Vegetabilien reicheren Nahrung statt.

Das in der Tagesportion enthaltene Fett wird von dem ältesten Kinde mehr als zur Hälfte in der Form von Butter genossen; auch das zweitälteste Mädchen befriedigt seinen Fettbedarf noch zu 2/5 mit Butter, aber ausserdem spielen hier Milch und Rahm als Fettquellen schon eine sehr bedeutende Rolle; noch schärfer tritt dieses Verhältniss hervor in der Nahrung des zweitjüngsten Kindes, und das jüngste Mädchen endlich bezieht mehr als die Hälfte seines Nahrungsfettes aus Milch und Rahm, während die Butter hier sehr in den Hintergrund tritt. Aehnlich, wie wir es beim Eiweiss sahen, bildet auch das Fett aus dem Fleisch einen grösseren Procentsatz in der Nahrung der jüngeren Kinder als in derjenigen der älteren.

Schon nach dem über das Eiweiss Gesagten war zu erwarten, dass die älteren Kinder ihren Bedarf an Kohlehydraten in weit höherem Maasse durch Brod befriedigen würden als die jüngeren Mädchen; in der That beziehen die beiden älteren Mädchen mehr als die Hälfte der Kohlehydrate ihrer Tagesration aus dem Brode, während das zweitjüngste Kind nur 1/3, das jüngste gar nur 15 % der Kohlehydrate dieser Quelle entnimmt. Das geradezu Entgegengesetzte lässt sich vom Zucker sagen, der dem jüngsten Mädchen die Hälfte der ihm nöthigen Kohlehydrate liefert, während die ältesten Kinder nur etwa 1/4 ihres Bedarfes an Nahrungsstoffen dieser Gruppe mit Zucker decken. Das Verhältniss zwischen dem zunehmenden Alter und der Abnahme der in der Form von Zucker eingeführten Kohlehydrate ist bei unseren Versuchskindern so constant, dass z. B. das zweitjüngste Mädchen, in dessen Nahrung während des ersten Versuches der Zucker noch die Hauptquelle der Kohlehydrate bildete, beim zweiten Versuche, wo es um 8 Monate älter war, schon mehr Kohlehydrate im Brode zu sich nahm als in der Form von Zucker und sich demnach in dieser Beziehung mehr den älteren Kindern näherte. Aehnlich wie der Zucker verhält sich die Milch: mit zunehmendem Alter wird von den Kindern

ein immer geringer werdender Procentsatz von Kohlehydraten in der Gestalt von Milch aufgenommen.

Wir können also, um kurz zu recapituliren, sagen, dass in Bezug auf die Deckung des Eiweissbedarfes für die älteren unserer Versuchskinder Fleisch, Brod und Milch, für die jüngeren Fleisch und Milch die wichtigsten Nahrungsmittel sind; in Bezug auf das Fett spielt für die älteren Mädchen die bedeutendste Rolle die frische Butter, während für die jüngeren Kinder Milch und Rahm als Fettquellen namentlich hervortreten; der Bedarf an Kohlehydraten wird von den älteren Kindern hauptsächlich durch Brod und erst in zweiter Linie durch Zucker gedeckt, während für die jüngeren Kinder der Zucker entschieden in den Vordergrund tritt. Dieser letztere Umstand scheint nicht ohne Bedeutung für die Ernährung der kleineren Kinder zu sein, da ohne Zweifel der Zucker das am leichtesten und vollständigsten in die Säfte übergehende Kohlehydrat ist, — decken doch die Säuglinge ihren Bedarf an Kohlehydraten ausschliesslich durch den in der Milch vorhandenen Zucker.

Es wäre nun äusserst interessant und wichtig, die Nahrung verschiedener Kinder noch darnach zu vergleichen, welche Mengen von den mit der Nahrung aufgenommenen Nahrungsstoffen wirklich dem Organismus zu Gute kommen und wieviel davon unbenützt durch den Darmcanal wieder ausgeschieden wird; denn nicht die in der Nahrung zugeführten, sondern die in die Säfte übergegangenen und vom Organismus ausgenützten Quantitäten der einzelnen Nährstoffe sind ja schliesslich maassgebend dafür, ob die Menge der aufgenommenen Speisen für den betreffenden Menschen wirklich eine Nahrung darstelle oder nicht.

Durch die Untersuchungen E. Bischoff's[1]), G. Meyer's[2]), Hofmann's[3]), Woroschiloff's[4]) u. A., namentlich aber durch die werthvollen Arbeiten Rubner's[5]), sind wir in den Stand gesetzt,

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 5 (1869) S. 452 ff.
2) Ztschr. f. Biologie Bd. 7 (1871) S. 1 ff.
3) Sitzungsber. der bayer. Akademie der Wissensch. Bd. 2 (1869) S. 8.
4) Berliner klin. Wochenschr. Nr. 8 (1873).
5) Ztschr. f. Biologie Bd. 16 (1880) S. 115 u. ff.

mit Bestimmtheit zu sagen, dass die Ausnützung der Nahrungsmittel im Darme eine sehr verschiedene ist, und dass die gleiche Menge von Nahrungsstoffen für denselben Menschen das eine Mal eine Nahrung sein kann, das andere Mal aber nicht, je nach der Form, in welcher die Nährstoffe gereicht werden. Dennoch dürfte es vor der Hand noch nicht möglich sein, genau und vollkommen zutreffende Berechnungen darüber anzustellen, welche Procentsätze der in einem gegebenen Speisequantum enthaltenen Mengen von Eiweiss, Fett und Kohlehydraten wirklich im Darme resorbirt werden; jedenfalls können derartige Rechnungen nur auf annähernde Richtigkeit Anspruch machen, — um so mehr, als offenbar die Ausnützung ein- und derselben Nahrungsmittel im Darmcanal verschiedener Individuen eine sehr verschiedene sein kann. Trotz dieser Bedenken hielt ich es nicht für überflüssig, auf Grund der hierüber vorliegenden Angaben zu berechnen, wieviel von dem in der Nahrung aufgenommenen Eiweiss und Fett dem Organismus meiner Versuchskinder wirklich zu Gute kam; die Kohlehydrate habe ich ganz bei Seite gelassen, da dieselben in der Form, in welcher sie von unseren Kindern genossen werden, ohne Zweifel einer fast vollständigen Resorption unterliegen [1]).

Bei der Berechnung habe ich mich durchwegs an die Rubner-schen[2]) Zahlen gehalten, mit Ausnahme des Weissbrodes, bei dem ich den Procentsatz des nicht ausgenützten Eiweisses nach Meyer[3]) gleich 19,9 % annahm. Wo Rubner für die Ausnützung des Eiweisses oder Fettes aus ein und demselben Nahrungsmittel bei wiederholten Versuchen etwas abweichende Resultate erhielt, habe ich aus den betreffenden Angaben das Mittel genommen. Da ausserdem die vorhandenen Ausnützungsversuche nicht alle diejenigen Nahrungsmittel und Speisen umfassen, welche auf den Tisch unserer Kinder kamen, so war ich genöthigt, die von Rubner gegebenen Zahlen auch auf einige Nahrungsmittel anzuwenden, deren Ausnützung im Darme eigentlich unbekannt ist; es versteht sich von selbst, dass ich mich hierbei immer an solche Zahlen hielt, die mir

1) Siehe hierüber Rubner a. a. O. S. 192.
2) a. a. O. S. 189 u. 195.
3) a. a. O. S. 22 u. 26.

nach der Art und Zubereitungsweise des betreffenden Nahrungsmittels die zutreffendsten zu sein schienen: so z. B. nahm ich die Ausnützung des Eiweisses und Fettes im Rahm gleich derjenigen dieser Nahrungsstoffe aus der Milch an; das Eiweiss der Biscuits wurde in Bezug auf die Ausnützung demjenigen der Semmeln gleichgesetzt; das Eiweiss des Kakao und des Griesbreies, die mit Milch zubereitet wurden, nahm ich als dem Eiweiss der letzteren gleichwerthig an; das Fett der Pfannkuchen stammt aus Milch, Eiern und Butter, und da, in Bezug auf die Ausnützung, das Eierfett ungefähr die Mitte zwischen diesen drei Fetten einnimmt, so berechnete ich alles Fett der Pfannkuchen als Eierfett; die Ausnützung des Fettes aus den Waffeln wurde gleich derjenigen der Maccaroni mit Butter angenommen, wie sie Rubner angibt; die überaus geringen Mengen von Eiweissstoffen in den genossenen Apfelsinen und anderen Früchten, sowie die kleine Fettmenge in der Semmel, wurden als vollkommen ausgenützt betrachtet, da der hierdurch entstehende Fehler jedenfalls nur sehr unbedeutend ist.

Ich lasse nun im Folgenden die auf die angeführte Weise berechneten Mengen des ausgenützten Eiweisses und Fettes in der Nahrung der einzelnen Versuchskinder folgen und zwar sowohl in absoluten Zahlen als auch in Procentsätzen der Gesammtmengen des zugeführten Eiweisses und Fettes. Für die Petersburger Kinder gebe ich die Resultate beider Versuchsreihen getrennt:

1. Eiweiss.

Nr. der Kinder			in der Nahrung aufgenommen	Vom Organismus ausgenützt	
				absolut	in Procenten des Aufgenommenen
Petersburg	1. Versuch	I	83,88	74,08	88,32
		II	82,90	74,81	90,24
		III	68,15	62,35	91,49
		IV	59,48	55,55	93,39
	2. Versuch	Ia	91,62	81,94	89,43
		IIa	80,63	73,54	91,21
		IIIa	61,13	55,84	91,35
		IVa	53,41	49,13	91,99
Zürich		V	50,76	45,72	90,07
		VI	44,62	40,25	90,21

2. Fett.

Nr. der Kinder			in der Nahrung aufgenommen	Vom Organismus ausgenützt absolut	Vom Organismus ausgenützt in Procenten des Aufgenommenen
Petersburg	1. Versuch	I	122,39	116,77	95,41
		II	89,71	85,04	94,79
		III	62,90	58,90	93,64
		IV	53,70	50,19	93,46
	2. Versuch	Ia	95,04	87,48	92,04
		IIa	82,43	77,23	93,69
		IIIa	54,32	49,16	90,50
		IVa	38,57	35,50	92,04
Zürich		V	37,52	34,93	93,09
		VI	32,32	30,09	92,79

Im Allgemeinen werden also von dem Nahrungseiweiss durchschnittlich 90—92 % vom Organismus der Kinder ausgenützt und 8—10% unbenützt wieder ausgeschieden; vom Nahrungsfette kommen dem Organismus etwa 92—94 % zu Gute.

Man sieht nun aus der Tabelle, dass die Nahrung der einzelnen Kinder in Bezug auf die Ausnützung des aufgenommenen Eiweisses und Fettes wenn auch nicht grosse, so doch deutlich merkbare Unterschiede zeigt, und zwar wird von den jüngeren Kindern mit grosser Regelmässigkeit das Eiweiss besser resorbirt als von den älteren, während es sich mit dem Fett gerade umgekehrt verhält. Diese Erscheinung hängt offenbar mit dem oben berührten Umstande zusammen, dass die Kinder, bei im Allgemeinen gleichem Charakter der Nahrung, dennoch ihren Eiweiss- und Fettbedarf in sehr verschiedenen Procentsätzen, die mit dem Alter der Versuchspersonen variiren, aus den einzelnen Nahrungsmitteln oder Speisen decken. Wenn, wie schon gezeigt wurde, die älteren Kinder relativ viel mehr Eiweisssubstanz aus dem Brode beziehen als die jüngeren, während die letzteren ihr Eiweiss grösstentheils oder fast ausschliesslich in der Form von Fleisch und Milch geniessen, so ist es natürlich, dass mit dem fortschreitenden Alter der Kinder die Ausnützung des Eiweisses im Darmcanal eine ungünstigere wird. Bei den Züricher Kindern wird etwas weniger Eiweiss resorbirt als bei den gleichalterigen Peters-

burger Mädchen, was damit zusammenhängt, dass die ersteren mehr Eiweisssubstanz in der Form von Brod und Mehlspeisen zu sich nehmen als die letzteren.

Die relativ bedeutendere Fettresorption bei den älteren Petersburger Kindern muss dadurch erklärt werden, dass dieselben viel mehr Fett in der Form von Butter geniessen als die jüngeren Mädchen, — wenigstens wird nach den Versuchen Rubner's das Fett gerade in der Gestalt der Butter am besten ausgenützt.

Zum Schlusse will ich noch Einiges sagen über die Vertheilung der in der Tagesration meiner Versuchskinder enthaltenen Nahrungsstoffe auf die einzelnen Mahlzeiten, — ein Umstand, auf dessen Wichtigkeit schon vor längerer Zeit Prof. Voit[1]) und nach ihm auch Forster[2]) aufmerksam gemacht hat. Voit fand bei 3 Arbeitern, dass von der während des ganzen Tages verzehrten Menge der Nährstoffe auf die Mittagsmahlzeit durchschnittlich 50% des Eiweisses, 61% des Fettes und 32% der Kohlehydrate fielen. Nach den Untersuchungen Forster's, die an 2 Arbeitern und 2 jungen Aerzten angestellt waren, vertheilten sich die einzelnen Nahrungsstoffe im Mittel folgendermaassen auf die verschiedenen Mahlzeiten.

	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Frühstück	14	11	6	19
Mittags	39	45	57	39
Abends	47	44	37	42

Die einzelnen Versuchspersonen zeigten aber bedeutende Abweichungen von diesen Mittelzahlen, und zwar in dem Sinne, dass das Frühstück der Arbeiter reicher an Nahrungsstoffen war als dasjenige der Aerzte, während bei den letzteren das Abendessen durchschnittlich mehr Eiweiss und Kohlehydrate, theilweise auch mehr Fett enthielt als bei den Arbeitern. Forster zieht hieraus den Schluss, dass die theoretische Forderung einer gleichmässigen Vertheilung der Nahrungsaufnahme bei schwerer Arbeit in praxi offenbar erfüllt werde. Es ist hierzu noch zu bemerken, dass nach

1) In einem allerdings erst im Jahre 1877 veröffentlichten, aber schon weit früher verfassten „Gutachten über die Kost in den Volksküchen" (Untersuchungen der Kost in einigen öffentlichen Anstalten [München 1877 S. 28]).

2) Ztschr. f. Biologie Bd. 9 (1873) S. 396.

den Beobachtungen Forster's Mittags und Abends fast gleiche Mengen von Eiweiss und Kohlehydraten genossen werden, während das Fett überwiegend auf das Mittagessen fällt, was auch vollständig mit den oben erwähnten Angaben Voit's übereinstimmt. Im Wesentlichen bestätigten sich diese Beobachtungen auch bei späteren Untersuchungen Forster's, die an einem 60 Jahre alten, noch rüstigen und arbeitenden Manne und an einer Arbeiterfrau angestellt wurden; es ergab sich auch hier relativ bedeutender Gehalt des Frühstücks an Nährstoffen, ziemlich gleichmässige Vertheilung des Eiweisses und der Kohlehydrate auf Mittag- und Abendessen, und Vorwiegen des Fettes im Mittagessen[1]).

Während wir uns also eine ganz gute Vorstellung darüber machen können, wie in der Nahrung des erwachsenen, arbeitenden Menschen die verschiedenen Nährstoffe sich auf die einzelnen Mahlzeiten vertheilen, ist unseres Wissens hierüber in Bezug auf wachsende Organismen nichts bekannt, denn die Angaben Camerer's können zu einer derartigen Berechnung nicht verwendet werden. Aus diesem Grunde hielt ich es nicht für überflüssig, das mir zu Gebote stehende Material in dieser Richtung zu verwerthen und aus der weiter oben angegebenen Tabelle, welche die Vertheilung der Nahrungsstoffe auf die einzelnen Mahlzeiten in absoluten Zahlen enthält, die Procentsätze zu berechnen; die zwei Versuchsreihen an den Petersburger Kindern sind hierbei getrennt behandelt.

Wenn wir zunächst die Petersburger Versuche berücksichtigen, so sehen wir, dass auf die beiden Hauptmahlzeiten, Frühstück und Mittagessen, im Wesentlichen fast gleiche Mengen der einzelnen Nahrungsstoffe fallen. Doch ist beim ersten Versuche das Frühstück durchwegs etwas reicher an Eiweiss und Fett, während in Bezug auf die Kohlehydrate Schwankungen bald zu Gunsten des Frühstücks, bald zu Gunsten des Mittagstisches vorkommen. Ueberhaupt sind die Kohlehydrate weit regelmässiger auf die einzelnen Mahlzeiten vertheilt als die übrigen Nahrungsstoffe, und zwar ist die Vertheilung um so gleichmässiger, je jünger die Kinder sind: während also beim ältesten Kinde der kleinste Procentsatz für die

1) Untersuchung der Kost in einigen öffentl. Anstalten S. 209 u. 212.

Von 100 Verzehrtem treffen auf die einzelnen Mahlzeiten:

Nr. der Versuchs-kinder	Mahlzeiten	Gesammt-menge	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohle-hydrate	Aschen-bestand-theile	Sonstige organ. Stoffe
	A. Petersburger Kinder.							
	Erster Versuch.							
I	Morgenthee . . .	14,64	13,70	8,85	15,28	21,14	10,20	11,05
	Frühstück . . .	38,57	37,65	48,43	49,21	35,0	44,90	11,05
	Mittagessen . . .	35,48	34,80	42,17	34,12	36,66	41,64	66,85
	Abendthee . . .	11,31	13,85	0,55	1,39	7,20	3,26	11,05
II	Morgenthee . . .	14,97	14,57	9,52	10,15	20,84	12,79	13,18
	Frühstück . . .	33,43	32,05	42,89	43,65	33,71	39,73	10,93
	Mittagessen . . .	34,59	35,48	40,28	35,65	27,22	35,19	62,38
	Abendessen . . .	17,01	17,90	7,31	10,55	18,23	12,29	13,51
III	Morgenthee . . .	19,45	19,23	10,24	13,12	26,65	18,39	18,29
	Frühstück . . .	28,27	27,36	46,34	36,37	25,75	34,75	17,45
	Mittagessen . . .	32,0	32,64	35,73	35,49	24,51	30,59	45,96
	Abendessen . . .	20,28	20,77	7,69	15,02	23,09	16,27	18,30
IV	Morgenthee . . .	21,95	21,81	9,99	12,87	31,96	20,06	18,14
	Frühstück . . .	30,0	29,74	48,99	40,53	20,29	36,23	17,30
	Mittagessen . . .	27,18	26,86	34,89	36,02	23,31	28,24	46,42
	Abendthee . . .	20,87	21,59	6,13	10,58	24,44	15,47	18,14
	Zweiter Versuch.							
Ia	Morgenthee . . .	23,79	25,23	8,87	15,13	25,45	13,0	35,71
	Frühstück . . .	30,48	28,25	41,23	47,81	31,15	42,19	13,69
	Mittagessen . . .	29,42	26,85	48,56	33,63	33,61	39,86	21,43
	Abendthee . . .	16,31	19,67	1,34	3,43	9,79	4,95	29,17
IIa	Morgenthee . . .	10,97	12,69	2,49	2,20	7,99	7,39	15,11
	Frühstück . . .	32,74	30,93	44,76	42,0	34,32	42,46	16,55
	Mittagessen . . .	35,12	34,08	45,44	39,72	34,99	38,04	33,09
	Abendthee . . .	21,17	22,30	7,31	16,08	22,70	12,11	35,25
IIIa	Morgenthee . . .	20,40	21,34	7,94	10,81	21,67	15,28	38,85
	Frühstück . . .	28,46	27,42	48,61	36,56	25,09	40,25	12,23
	Mittagessen . . .	34,01	33,71	37,15	38,53	33,54	33,79	25,18
	Abendthee . . .	17,13	17,53	6,30	14,10	19,70	10,68	23,74
IVa	Morgenthee . . .	24,41	24,32	12,22	7,18	35,67	19,92	37,65
	Frühstück . . .	23,0	22,26	45,35	39,20	15,37	37,48	6,47
	Mittagessen . . .	30,09	29,54	38,44	43,92	27,81	33,47	17,65
	Abendthee . . .	22,50	23,88	3,99	9,70	21,15	9,13	38,23

Nr. der Versuchs-kinder	Mahlzeiten	Gesammt-menge	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohle-hydrate	Aschen-bestand-theile	Sonstige organ. Stoffe
	B. Züricher Kinder.							
V	Frühstück . . .	33,19	33,99	28,51	29,64	31,34	33,57	7,83
	Zwischenessen . .	2,57	0,72	5,89	0,67	11,75	3,06	—
	Mittagessen . . .	28,94	31,65	26,36	27,56	14,80	22,56	87,62
	Zwischenessen . .	7,57	5,58	11,68	9,86	16,47	10,45	1,27
	Abendessen . . .	27,73	28,06	27,56	32,27	25,64	30,36	3,28
VI	Frühstück . . .	27,10	27,75	22,50	23,36	26,10	27,39	5,97
	Zwischenessen . .	3,0	0,85	6,60	0,74	13,33	3,56	—
	Mittagessen . . .	31,93	35,14	29,11	29,24	16,04	24,80	89,35
	Zwischenessen . .	8,59	6,56	12,51	11,14	17,37	11,35	1,30
	Abendessen . . .	29,38	29,70	29,27	35,52	27,16	32,90	3,38

Kohlehydrate 7,2% (Abendthee), der grösste dagegen 36,66% (Mittagessen) beträgt, schwankt beim zweitjüngsten Kinde die relative Menge der Kohlehydrate nur zwischen 23,09% und 26,65%, beim jüngsten zwischen 20,29% und 31,96%. — Auch beim zweiten Petersburger Versuche behielt die Vertheilung der einzelnen Nahrungsstoffe auf die verschiedenen Mahlzeiten im Wesentlichen denselben Charakter wie beim ersten: das Maximum des Eiweissconsums fällt bald auf das Frühstück (jüngere Kinder), bald auf das Mittagessen (ältere Kinder); das Fett zeigt ähnliche Schwankungen, nur in reciprokem Verhältniss zum Eiweiss, so dass bei den älteren Kindern das Maximum des Fettconsums auf das Frühstück, bei den jüngeren Mädchen auf das Mittagessen fällt; die Kohlehydrate sind auch hier, namentlich bei den jüngeren Kindern, gleichmässiger über die einzelnen Mahlzeiten vertheilt als die übrigen Nahrungsstoffe. — Zieht man aus jedem Versuche das Mittel[1]) für alle 4 Versuchspersonen, so erhält man folgende Procentsätze:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Erster Versuch.			
Morgenthee	9,59	13,39	24,14
Frühstück	46,50	44,90	30,02
Mittagessen	38,68	36,00	28,86
Abendthee	5,23	5,71	16,98

1) Dieser Berechnung sind die absoluten Zahlen zu Grunde gelegt.

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
	Zweiter Versuch.		
Morgenthee	7,50	9,19	21,82
Frühstück	44,56	42,55	27,95
Mittagessen	43,37	37,93	32,95
Abendthee	4,57	10,33	17,28

Wie man sieht, sind die Differenzen zwischen beiden Versuchen im Allgemeinen gering: beide Male ist das Frühstück reicher an Eiweiss und Fett, das eine Mal auch reicher an Kohlehydraten, als das Mittagsmahl, nur wird während des 2. Versuches das Mittagessen vom Frühstück bedeutend weniger dominirt als beim ersten Versuche.

Ich bemerke noch, dass eine derartige Vertheilung der Nahrungsstoffe auf die einzelnen Mahlzeiten durchaus nichts Befremdendes hat, wenn wir uns daran erinnern, dass von diesen Versuchskindern das Frühstück um 12 Uhr, das Mittagsmahl um 5 Uhr genossen wird; im Gegentheil, scheint eine solche Eintheilung und Beschaffenheit der Mahlzeiten, bei welcher die intensivste Aufnahme von Nährstoffen mit denjenigen Tageszeiten zusammenfällt, zu welchen sich die Kinder am meisten Bewegung geben, sich mehr zu rechtfertigen als diejenige Vertheilung der Nahrungsstoffe auf die Tageszeiten, wie wir sie in Zürich finden. Bei den Züricher Kindern nämlich fällt, wie aus der obigen Tabelle ersichtlich ist, die Nahrungsaufnahme wesentlich auf drei Hauptmahlzeiten — Frühstück, Mittagessen und Abendessen, — auf welche sich die einzelnen Nahrungsstoffe mit überraschender Gleichmässigkeit vertheilen. Der grösste Procentsatz des Eiweisses trifft beim älteren Kinde auf das Frühstück, beim jüngeren auf das Abendessen; das Maximum der Fettaufnahme fällt bei beiden Kindern auf den Abend, das Maximum der Kohlehydrate beim älteren Kinde auf das Frühstück, beim jüngeren auf das Abendessen. Ueberhaupt bemerken wir hier eine eigenthümliche Präponderanz des Frühstücks und Abendessens über das Mittagsmahl, das im Allgemeinen am ärmsten an Nahrungsstoffen ist, während namentlich das Abendessen sich durch Reichthum an denselben auszeichnet. Nehmen wir nämlich für beide Kinder das Mittel, so ergibt sich folgende procentische Vertheilung der Nahrungsstoffe auf die verschiedenen Tageszeiten:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Frühstück	25,70	26,74	28,91
1/211 Uhr Vormittags . .	6,23	0,72	12,48
Mittagessen	27,64	28,31	15,38
4 Uhr Nachmittags . . .	12,08	10,45	16,88
Abendessen	28,35	33,78	26,35

Man sieht, dass im Durchschnitt das Abendessen relativ am meisten Eiweiss und Fett und fast ebensoviel Kohlehydrate enthält als das Frühstück, während dessen das Maximum der Kohlehydrate aufgenommen wird. Das Mittagessen ist an Eiweiss und Fett nur um weniges reicher, an Kohlehydraten aber bedeutend ärmer als das Frühstück.

Wenn es sich nun darum handelt, die Zweckmässigkeit einer derartigen Vertheilung der Nahrungstoffe auf die Tageszeiten zu beurtheilen, so muss in erster Linie zugestanden werden, dass für kleinere Kinder von 1 bis 3 Jahren im Allgemeinen die Zwischenräume zwischen den einzelnen Mahlzeiten nicht so lange und die letzteren selbst nicht so voluminös sein dürfen als für ältere Kinder oder erwachsene Menschen. Nun unterliegt es aber keinem Zweifel, dass diejenige Vertheilung der Nährstoffe auf die Tageszeiten, wie sie in der Nahrung der Petersburger Kinder existirt, dieser Forderung hinlänglich entspricht. Es dürfte also kaum nothwendig oder auch nur wünschenswerth sein, noch eine dritte Hauptmahlzeit einzuführen und dieselbe gerade auf den Abend, d. h. auf die Zeit kurz vor dem Schlafengehen der Kinder zu verlegen. Vielmehr scheint es uns den physiologischen Bedingungen des Organismus und somit auch den hygienischen Anforderungen an eine zweckmässige Ernährung zu entsprechen, wenn, wie dies in der Petersburger Familie der Fall ist, man sich auf zwei Hauptmahlzeiten beschränkt, dieselben dann aber nicht auf den frühen Morgen und späten Abend verlegt, sondern mehr in die Mitte des Tages zusammenschiebt, wo sich die Kinder am meisten Bewegung geben und demnach auch das grösste Nahrungsbedürfniss haben; unmittelbar nach dem Aufstehen, sowie Abends vor dem Schlafengehen sollen und können weniger reichhaltige Mahlzeiten gegeben werden.

Ueber Ernährungsstörungen in Folge Eisenmangels in der Nahrung.

Von

Dr. Hermann v. Hoesslin,

Assistenten am pathologischen Institute zu München.

Die Rolle, die das Eisen im Thierkörper spielt, ist trotz der vielen Untersuchungen, die darüber vorliegen, noch durchaus nicht überall klar gestellt. Man weiss wohl, dass es ein integrirender Bestandtheil des Hämoglobins und damit der rothen Blutkörper ist, dass es ausserdem auch in ungefärbter Verbindung in allen Organen vorkommt; man weiss aber nichts Sicheres darüber, ob es in letzterer Form für das Leben der Körperzellen nothwendig ist. Bei gewissen pathologischen Zuständen, die mit Hämoglobinmangel einhergehen, ist die Darreichung von Eisenpräparaten von unverkennbarem Vortheil, die Art aber, wie das Eisen hierbei nützlich wirkt, ist noch dunkel und wird bald in der Besserung des Verdauungsvermögens, bald in einem Einfluss auf das Nervensystem gesucht. Da alle Nahrungsmittel Eisen enthalten und die meisten derselben sogar bedeutend mehr als die Milch, die doch das einzige, und ein, wie die Erfahrung beweist, nach allen Seiten hin genügendes Nahrungsmittel für das wachsende Kind bildet, so ist man natürlich am wenigsten geneigt, das Wesen der Chlorose in einem Eisenmangel des Körpers zu suchen und daraus die günstige Wirkung der Eisenpräparate zu erklären, ein Standpunkt, der in der neueren Zeit nur von Wenigen vertreten wird. Um nun einigermaassen einen Einblick in diese noch dunklen Verhältnisse zu gewinnen, unternahm ich es an Thieren Fütterungen mit möglichst eisenfreier Nahrung anzustellen und dabei zu untersuchen, ob das in ungefärbter Verbindung im Körper vorhandene Eisen zum Verschwinden gebracht werden könne, ob etwa

auftretende krankhafte Erscheinungen auf Störungen des Lebensprocesses sämmtlicher Zellen des Körpers bezogen werden müssen oder nur einseitig auf Störungen im Blutsystem, und im letzteren Falle weiter zu sehen, von welcherlei Art die Veränderungen des Gesammtblutes unter dem Einfluss des Eisenmangels in der Nahrung sind. Die allenfallsigen pathologischen Erscheinungen konnten dann mit den Erscheinungen bei Chlorose etc. verglichen werden. Dass wenigstens bei jungen und noch stark wachsenden Thieren eine vollkommen eisenfreie Ernährung bei längerer Dauer pathologische Zustände nach sich ziehen wird, war ja als nothwendig vorauszusehen, da mit dem Eisen ein nothwendiger Bestandtheil zur Bildung der rothen Blutkörper fehlte. Eine weitere Forderung war dann die, die zur Erhaltung der normalen Verhältnisse nothwendige Eisenmenge festzustellen und mit der für gewöhnlich in der Nahrung gegebenen zu vergleichen. Nun sind zwar die vorliegenden Versuche noch sehr weit entfernt, in den angeregten Fragen schon befriedigende Aufklärung zu gewähren; wenn ich sie trotzdem jetzt schon mittheile, so geschieht es deshalb, weil sie wenigstens den Vortheil bieten, das durch solche Versuche überhaupt Erreichbare überschauen zu lassen und so eine schärfere Präcisirung der Fragen für weitere Versuche, die später folgen sollen, zu ermöglichen.

Die nächste Veranlassung zu den vorliegenden Versuchen gaben Untersuchungen über die Eisenausscheidung bei Hunden, die ich auf Anregung von Prof. Voit anstellte, um zu sehen, ob die mit dem Kothe ausgeschiedene Eisenmenge vollständig durch die Eisenausscheidung in der Galle gedeckt werden könne. Zu diesem Zwecke wurde die Eisenmenge im Kothe bei Hunger und verschiedener Ernährungsweise mit der Menge des in der Nahrung enthaltenen Eisens verglichen. Da aber der Koth, welcher älteren Ernährungsreihen entnommen war, so viel Eisen enthielt, dass man zur Annahme gezwungen war, der Hund habe auch von den Eisenstäben des Käfigs oder durch Auflecken eisenhaltigen Sandes etc. Eisen in sich aufgenommen, so wurden einige neue Versuche angestellt und zwar mit möglichst eisenarmer Nahrung (wobei der Hund in einem Glaskäfig verweilte), um zu sehen, wieviel Eisen vom Körper bei mittlerer Ernährung ausgeschieden wird. Die Eisenmengen, die hierbei wirklich vom Körper abgegeben werden, sind jedoch zu klein als dass sie nicht, wenigstens zum grössten Theil, durch das Eisen der Galle gedeckt würden, besonders wenn man den von Hoppe-Seyler angegebenen Eisengehalt der Fistelgalle zu Grunde legt. Von dem im Magen-, Pankreas- und Darmsafte, der Galle etc. enthaltenen Eisen wird eben ein grosser Theil mit den Säften wieder resorbirt, so dass nur ein Bruchtheil mit dem Schleim, den Epithelien etc.

zur Ausscheidung kommt. Da von den Versuchen in dieser Richtung also kein weiterer Erfolg mehr erwartet wurde, die Fütterung mit eisenarmer Nahrung aber einmal begonnen war, so lag es nahe, dieselben bis zum Eintritte pathologischer Erscheinungen auszudehnen [1].

A.
Verhalten des Körpers bei eisenarmer Nahrung.

Die erste Schwierigkeit zeigte sich in der Unmöglichkeit eine vollkommen eisenfreie Nahrung in ausreichender Quantität herzustellen. Man musste sich also mit möglichst eisenarmer begnügen. Ich wählte dazu für den ersten Versuch Eierweiss, für das ich einen Eisengehalt von $0{,}008^{g}$ pro 100^{g} trockenes Eiweiss gefunden hatte [2], und Speck, der nach Hofmann etwa 97% Fett enthält und in den übrigen 3% jedenfalls nur Spuren von Eisen einschliesst. In den späteren Versuchen bestand die Nahrung hauptsächlich aus Quark oder Topfen, den schon Dietl vorher zu ähnlichen Versuchen benutzt hatte, ferner Schmalz und Stärkemehl, das durch Decantiren mit Salzsäure bis auf geringe Spuren aschefrei gemacht war, theilweise auch aus Eierweiss. Im Topfen aus 1 Liter Milch, enthaltend 39^{g} Eiweiss und 13^{g} Fett, fand ich $1{,}4-1{,}9^{mg}$ Eisen [3]. Die nöthigen Salze wurden bei den drei letzten Versuchen in einer künstlichen Salzmischung, die gleiche Aequivalentmengen Na, Ka, Cl und PO_4H_3 und ausserdem noch kohlensauren und phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Magnesia enthielt, gegeben, und zwar in der Menge, die der Milchmenge entsprach, aus welcher der Topfen bereitet war.

I. Der erste Versuch wurde nur auf vier Wochen ausgedehnt. Auffällige pathologische Erscheinungen traten dabei nicht zu Tage. Der $3{,}5^{kg}$ schwere

---

1) Ich fand damals in der Galle Eisenmengen, die mit den von Hamburger gefundenen vollkommen übereinstimmen; (mit Chamäleonlösung titrirt):

Fistelgalle vom Hunde nach Eierfütterung	0,0215%	der trockenen Galle
„ „ „ „ Fleisch- u. Brodfütt.	0,0205	„
Blasengalle eines verhungerten Hundes	0,015	„
„ „ normalen Hundes	0,039	„
„ bei eisenarmer Nahrung	0,019	„
„ vom Kalbe	0,0556	„
Magensaft vom Hunde, schleimfrei (nach 24 stünd. Hunger)	0,0015%	des frischen Saftes.

2) In 222^{g} fr. Eierweiss = 27,82 trocken: $0{,}006^{g}$ PO_4Fe.

3) Mit Chamäleonlösung titrirt.

Hund wurde ständig im Glaskäfige gehalten. Wie sich erst nach Beendigung des Versuches herausstellte, war der Hund trächtig, möglicherweise war dies der Grund, warum er später kein Eisen vom Körper mehr abgab. Untersuchungen des Blutes waren nicht vorgenommen worden. Die Resultate sind in folgender Tabelle gegeben:

Datum	Nahrung pro Tag			Koth pro Tag		Gewicht d. Thieres durchschnittlich
	Eiweiss trocken	Speck	Eisen	trocken	Eisen[1])	
1. bis 11. Tag	25,4	19,4	2,0 mg	1,5	4,8 mg	3200
12. bis 18. "	26,1	20,0	2,1	1,4	1,6	3170
19. bis 23. "	26,2	20	2,1	2,2	1,6	3100
24. bis 26. "	26,2	20	2,1	1,7	1,4	3100
27. bis 30. "	28,2	21,8	2,2	1,6	1,3	3200

II. Zum folgenden Versuche wurde ein junger noch wachsender 9 kg schwerer Hund verwendet. Nach etwa 3 wöchentlicher Fütterung trat, wie auch in den weiteren Versuchen, Widerwille gegen die Nahrung ein, so dass im Vergleich zu der Grösse des Thieres relativ wenig Nahrung aufgenommen wurde. Auch wurde die Ausnützung der Nahrung in der zweiten Hälfte des Versuches ziemlich schlecht. Die Kothmenge betrug 15 bis 20 g (trocken) pro Tag bei 70 g Eiweiss und 80 g Fett in der Nahrung, dabei enthielt der trockene Koth in der letzten Zeit über 50 % Fett, so dass der getrocknete Koth förmlich in Fett schwamm, während der Koth aus der ersten Zeit des Versuches sich zu einem trockenen leicht zerreiblichen Pulver zerdrücken liess.

Das Gewicht des Thieres stieg während dreier Monate von 9,0 auf 13,45 kg, sank dann während sechs Wochen auf 11,4 und stieg in den letzten acht Tagen in Folge zwangsweiser Fütterung wieder auf 12,7 kg. In den letzten acht Tagen erhielt der Hund in der Salzmischung statt ClKa: $ClNH_4$ in Folge einer erst viel später bemerkten falschen Etiquettirung des betreffenden Glases; er zeigte am letzten Tage die gleichen maniakalischen Erscheinungen des Kalihungers, die zuerst Forster[2]) an seinen Hunden beschrieb, und wurde durch Verblutung getödtet. Im letzten Monat hatte er seine frühere Munterkeit vollständig verloren und war auffällig schwach und hinfällig geworden. Die anfängliche Eisenausscheidung betrug:

Datum	Nahrung pro Tag			Koth pro Tag		Gewicht d. Thieres am Schluss
	Eiweiss trocken	Fett	Eisen	trocken	Eisen	
1. bis 5. Tag	80	77	3,7	5,0	8,0 mg	9,55
6. bis 16. "	50	48	2,6	3,8	6,3	—
17. bis 34. "	55	71	2,9	6,2	4,0	10,5

1) Mit Chamäleonlösung titrirt. Im Gesammtharne von drei Tagen fanden sich nicht mehr genau bestimmbare Mengen von Eisen.

2) Ztschr. f. Biologie Bd. 9 (1873) S. 329.

Der Hund befand sich dabei anfangs im Glasballon. Später kam er in einen sorgfältig mit Oelfarbe bestrichenen Käfig, wurde jedoch der Wägung halber oft aus demselben heraus und über den Hof geführt, dadurch war Gelegenheit zur Aufnahme von Eisen in dem den Pfoten anklebenden Sande gegeben, wenn auch in einer für den Magensaft wahrscheinlich unlöslichen Form. Er schied später etwa 10^{mg} Eisen pro Tag aus. Beim Verbluten aus der Carotis wurden 740^{ccm} Blut erhalten mit 5,44% Hämoglobin (nach Preyer) und 4,66 Millionen Blutkörperchen pro Cubikcentimeter (nach Malassez gezählt von Dr. H. Buchner). Gleich nach Eintritt des Todes wurden in den Körper durch die Carotis 20 Liter 7proc. Kochsalzlösung eingespritzt und aus den Ven. jug. und crural. wieder gesammelt, dadurch wurden 112^{ccm} Blut gewonnen. Aus der Gesammtmasse der feinzerwiegten Muskeln liess sich noch 15,5^{ccm} Blut (aus dem Hämoglobin berechnet) auslaugen, aus der Gesammtmasse der übrigen Organe ausser den Knochen fand sich noch 50^{ccm} Blut. Rechnet man für die Knochen noch etwa 20^{ccm} Blut, so ergibt sich als Gesammtblutmenge 940^{ccm} $= \frac{1}{13,4}$ des Körpergewichtes (7,46%).

Die Muskeln wogen 3300^{g} = 26,7%; die Knochen 2306 = 18,3%; Fett- und Bindegewebe 2237 (mit 748^{g} Fett) = 17,6%; die fettfreie Haut 1568 = 12,4%; von den übrigen Organen: das Herz 175, Leber 958, Nieren 187, Milz 36 etc.

Als durchschnittlichen Hämoglobingehalt des Blutes habe ich bei verschiedenen jungen Hunden von $^1/_4$ bis $^1/_2$ Jahr 12 bis 14% gefunden. Bei Annahme von einer Blutmenge $= \frac{1}{12}$ des Körpergewichtes mit 13% Hämoglobin besass der Hund also bei Beginn der Fütterung 80^{g} Hämoglobin, während er am Schlusse nur mehr 51 besass, also 40^{g} verloren hatte. Die Muskelmasse betrug anfangs (bei 45% des Körpergewichtes) 4050^{g} = 891^{g} trocken (bei 22% Trockensubstanz), am Schlusse nur mehr 3300^{g} mit 548^{g} Trockensubstanz (16,6%). Es hatten also von allen Organen besonders das Blut und die Muskeln gelitten; ich hielt dies damals für eine Wirkung des Eisenmangels der Nahrung, da diese beiden Organe für die hauptsächlich Eisen führenden gelten, doch zeigten die folgenden Versuche, dass es (wenigstens in Bezug auf die Muskeln) nur die Folge der geringen Nahrungszufuhr war.

III. Um das Moment des Nahrungsmangels auszuschliessen, wurde in den folgenden Versuchen von Anfang an zwangsweise Fütterung eingeführt. Zum nächsten Versuche diente ein junger noch wachsender 11,57^{kg} schwerer Hund. Nach fünftägigem absolutem Hunger, wobei das Körpergewicht auf 10,05^{kg} sank, wurde demselben eine Blutentziehung von 129^{g} gemacht, um den Eintritt der Erscheinungen des Eisenmangels zu beschleunigen. Die Nahrung bestand in den ersten zehn Tagen in Topfen aus 3 Maass Milch und 69^{g} Fett und 27^{g} Stärkemehl = 114^{g} Eiweiss, 153^{g} Fett und 27^{g} Stärke und etwa 15^{g} Milchzucker; in den späteren Tagen in Topfen aus 4 Maass Milch und 75^{g} Fett = 152^{g} Eiweiss, 195^{g} Fett und etwa 20^{g} Zucker. Die Ausnützung der Nahrung im Darmcanale war dauernd eine sehr gute, es traf pro Tag 10 bis 20^{g} trockener Koth, der leicht pulverisirbar war. Nur während der letzten acht Tage war der Koth diarrhoisch und zeigte stärkeren Fettgehalt. Die Gewichtszunahme

war entsprechend der enormen Nahrungszufuhr eine sehr starke, bestand aber, wie die spätere Section zeigte, hauptsächlich aus Fettgewebe. Nach acht Wochen betrug das Gewicht 20,4 kg. Während der ganzen Dauer traten nie Verdauungsstörungen auf, ausser dass der Hund ein paar Male einen Theil des Genossenen wieder erbrach. Der Hund blieb kräftig und munter, auffallend schien, dass er, wenn er ins Freie geführt wurde, und ins Laufen kam, stets stark Athem holen musste. Blässe der Schleimhäute trat nicht besonders hervor. Am 28. August, sieben Wochen nach Beginn der Fütterung (acht Wochen nach Beginn des Versuches), wurde ihm abermals Blut genommen, um zu sehen, ob der Hämoglobingehalt abgenommen habe. Es wurden 280 g Blut entzogen = 1,35% des Körpergewichtes (20,4 kg). Während das Blut bei Beginn des Versuches einen Hämoglobingehalt von 14,5 gezeigt hatte, zeigte dieses nur 8,5%. Nach der im Vergleiche zum Körpergewicht geringen Blutentziehung zeigte der Hund äusserste Mattigkeit, legte sich auf dem kurzen Weg bis zum Stalle 3 bis 4 mal nieder und war kaum wieder zum Aufstehen zu bewegen. Die rasche Ermüdbarkeit blieb auch in den nächsten Tagen die gleiche. Beim Herausführen aus dem Stalle legte er sich stets nach 10 bis 20 Schritten, die er so rasch wie früher machte, wieder zu Boden. Sonst schien er munter, zeigte wie sonst Freude, wenn man zu ihm kam, versuchte beim Herausführen zu laufen, gab es aber sofort wieder auf. Am neunten Tage nach der Operation lag er Morgens todt im Käfig, noch nicht starr. Die Wundränder waren fest verwachsen, die Wunde auch in der Tiefe vollkommen normal, ohne Eiter. Es wurden 5 Liter Salzlösung in die linke Carotis eingespritzt und das aus der Vena jugul. und crural. auslaufende Blut gesammelt, dann die gesammten Organe einzeln zerwiegt und die Gesammtblutmenge durch Auslaugen derselben bestimmt.

Von der Musculatur wurde in diesem Falle zur Hämoglobinbestimmung nur die eine Seite verwendet, da das Thier nach dem Tode auf dem Bauche lag, auch die Farbe der Muskulatur beiderseits vollkommen gleich war, so kann der dadurch bedingte Fehler keinesfalls gross sein. Ausgeschlossen von der Hämoglobinbestimmung blieb, wie im vorigen Falle, die Haut, das reine Fettgewebe und der Darm, die bis auf einige kleinere Gefässe, welche sorgfältig ausgeschnitten wurden, vollkommen blass und blutleer waren. Doch habe ich, um vollkommen sicher zu gehen, für diese Organe 3 g Hämoglobin, ca. 5% der Gesammtblutmenge, angerechnet. Die dadurch gefundene Gesammthämoglobinmenge betrug 59,5 g, während die anfängliche Hämoglobinmenge

$$10050 \times \frac{1}{12} \times \frac{14,5}{1,050^{1)}} = 116,2^{g}$$

betrug, durch die beiden Blutentziehungen waren 18,7 und 24,8 g, zusammen 43,5 g Hämoglobin entzogen worden, der Körper hatte also ausserdem während der Fütterungszeit noch 13 g Hämoglobin verloren.

Die Muskelmasse wog 6464 g (29,3%)[2]; die Knochen 1791 g (7,71%); die Haut (mit noch etwas anhängendem Fettgewebe) 2868 g (13,3%); das Fett- und

1) Specifisches Gewicht des Blutes = 1050.

2) Nach der Injection der Salzlösung, von der ein Theil im Körper zurückblieb, wog der Hund 22,1 kg, nach der Präparation der einzelnen Theile 21,4 kg, also 700 g Verlust durch Wasserverdunstung.

Bindegewebe 7185g (33,0%), davon 6800 fast reines Fettgewebe; Herz 152, Leber 1114, Nieren 165, Milz 65 etc. Magen und Darm war mit Speise gefüllt.

Die Leber[1]) enthielt 0,0052% Eisen, wovon 0,0027 auf ausziehbares Hämoglobin treffen.

Die Muskeln[2]) enthielten 0,00178% Eisen, wovon 0,00085 auf ausziehbares Hämoglobin treffen.

Die Leber enthielt 10,6% Fett (Aetherextract), die Muskeln[3]) 8,0% (bei 27,7% Trockensubstanz). Die Leberzellen waren ungemein stark mit Fett infiltrirt; die Herzmuskel zeigte sich von zahlreichen etwa hirsekorngrossen Stellen von blasser Farbe durchsetzt, die sich als in fettiger Degeneration begriffene Stellen erwiesen. Diese Veränderungen erklären sich wohl als secundär durch die Veränderung des Blutes bedingte, welches in diesem Falle allein Ernährungsstörung durch die eisenarme Nahrung erlitten zu haben scheint. Die Muskelmasse hatte von $10050 \times 0,45 = 4520$ auf 6464g zugenommen, also ziemlich im gleichen Verhältniss, wie die übrigen Organe, wenn man von dem durch das Mastfutter bedingten überreichlichen Fettansatz absieht.

IV. Das gleiche Resultat ergab sich im folgenden Versuche an zwei jungen Hunden grösserer Rasse, bei welchen ebenfalls von Anfang an zwangsweise Fütterung eingeführt wurde; die Nahrung war aus den gleichen Nahrungsstoffen zusammengesetzt, wie im vorigen Versuche, dabei bekam der eine Hund (Hund *a*) um etwa die Hälfte mehr Nahrung als der andere (Hund *c*). Beide wurden zusammen in einem 1cbm haltenden Käfig mit Glaswänden und mit von Glasröhren überzogenen Stäben gehalten. Verdauungsstörungen traten bis zum Schlusse keine auf, nur hie und da wurde gleich nach der Nahrungsaufnahme ein Theil wieder erbrochen, derselbe wurde dann meist wieder verfüttert ohne weitere Störung. Gegen den Schluss des Versuches wurde der Koth bei beiden Hunden stärker fetthaltig, von grauer Farbe und lehmiger Consistenz (ähnlich wie bei Verschluss des Gallengangs). Mit derselben Nahrungsmenge wie Hund *a* wurde ein dritter Hund (*b*) gefüttert, jedoch mit Zugabe von milchsaurem Eisen. Beim letzteren Hunde traten nun mehrere Male, stets nach Blutentziehungen, (vielleicht hervorgerufen durch die Darreichung von milchsaurem Eisen?) länger dauernde Verdauungsstörungen mit fortwährendem Erbrechen und grosser Niedergeschlagenheit auf, so dass die Nahrungszufuhr einige Male mehrere Tage lang ausgesetzt werden musste. Bei Hund *c* wurde in den ersten Monaten einige Male beobachtet, dass er vom Kothe wieder etwas frass, was deshalb von Wichtigkeit ist, weil der Koth relativ viel Eisen enthält, und die Eiseneinnahme dadurch grösser wird. Die Nahrung enthielt bei Hund *a* und *b* im Durchschnitt (Topfen aus 2,6 bis 3,5 Liter Milch): 117g Eiweiss und 75g Fett, dazu wurden noch entweder 75g Fett oder 130g Stärkemehl gegeben; Hund *c* bekam anfangs 2/3 dieser Menge, in den letzten drei Wochen

1) 9,914g = 2,607 tr. = 26,03%; 18,13 tr. = 9,3mg PO_4Fe, fr. = 0,0049% Fe
22,08 tr. = 12,5 „ „ = 0,0055 „

2) 1049g Muskeln = 0,049g PO_4Fe.

3) Dieselben waren noch theilweise von Fettgewebe durchwachsen, die Menge desselben muss man nach der Trockenbestimmung auf mindestens 3 bis 4% der frischen Muskeln anschlagen.

nur mehr ²/₅ bis ¹/₂. Hund *a* und *c* schieden dabei in den ersten 14 Tagen pro Tag in 16,6 g trockenem Koth zusammen 6,3 mg Eisen aus, also jeder etwa 3 mg. Von Zeit zu Zeit wurden bei allen drei Hunden kleine Blutentziehungen gemacht. Die Gewichtszunahme und die Grösse der Blutentziehungen zeigt die folgende Tabelle. Die Gewichtsbestimmungen und Blutentziehungen wurden wie sonst stets nach 18 stündigem Hunger gemacht.

Datum	*a*			*b*			*c*		
	Gewicht des Thieres in Kg.	Blutentziehung in Ccm.	Hämoglobingehalt in %[1])	Gewicht des Thieres in Kg.	Blutentziehung in Ccm.	Hämoglobingehalt in %[1])	Gewicht des Thieres in Kg.	Blutentziehung in Ccm.	Hämoglobingehalt in %[1])
3. Juni	7,4	51,6	13,73	6,9	68,6	13,56	5,8	59,4	14,11
17. „	9,4	—	—	8,15	—	—	7,5	—	—
1. Juli	12,0	67	8,145	9,32	91	12,71	9,35	82	9,56
16. „	12,75	—	—	10,65	—	—	10,45	—	—
22. „	12,95	24,5	7,26	11,4	47	13,32	11,47	—	—
29. „	12,6	—	—	9,00[2])	—	—	11,7	—	—
5. Aug.	13,6	—	—	11,2 [3])	—	—	13,4	—	—
12. „	15,2	—	—	12,15	—	—	13,3	—	—
17. „	15,4	105,5	6,60	13,1	166	11,995	13,5	145,5	8,81
29. „	—	—	—	10,8 [2])	—	—	—	—	—
31. „	—	—	—	11,95[3])	—	—	—	—	—
4. Sept.	17,83	159,5	6,52	13,05	—	—	—	—	—
24. „	—	—	—	14,70	295	11,26	15,0	191	7,98
	Tod am 11. Sept.			Tod am 30. Sept.			Tod am 16. Oct.		

Die Blutentziehungen geschahen aus der Vena jugularis und cruralis, nur bei der letzten Blutentziehung des Hundes *b* aus der Arteria cruralis. Hund *b* schien nach der letzten Blutentziehung etwas matt, erbrach in den nächsten Tagen alles Genossene, zeigte später überhaupt Widerwillen gegen jede Nahrung, selbst gegen Fleisch und Knochen; am 30. September lag er matt und erschöpft am Boden, fühlte sich ungemein kühl an und starb gegen Mittag. Zwei Tage vorher war die Arterienwunde leicht blutend gefunden worden und musste frisch vernäht werden, wahrscheinlicherweise hatte also der Hund durch Nachblutung noch mehr Blut verloren. Er wog bei der Section nur mehr 11,75 kg.

Die beiden anderen Hunde blieben bis zum Schlusse vollkommen munter, waren in den ersten Monaten, wie die früheren Hunde, ungemein lebhaft. Während der letzten 4 bis 6 Wochen vor dem Tode zeigten sie eine auffallend rasche Ermüdbarkeit; nach wenigen Sprüngen, die sie im Käfige bei meinem Erscheinen machten, schienen sie ermattet und besonders Hund *a*, der ungemein fett und dick geworden war, legte sich dann sofort wieder auf den Boden nieder.

1) Nach der spectralanalytischen Methode Vierordt's, $A = 0{,}00111$.

2) Seit der Blutentziehung fortwährend Verdauungsstörungen.

3) Hund wieder normal.

In den letzten Wochen waren sie überhaupt nicht mehr zu bewegen in die Höhe zu springen, obwohl sie im Uebrigen ganz munter schienen. Nach der Nahrungsaufnahme lagen sie in den letzten Wochen stets mehrere Stunden vollkommen bewegungslos am Boden. Die sichtbaren Schleimhäute (Mund-, Nasen- und Conjunctivalschleimhaut) waren in den letzten 6 bis 8 Wochen äusserst blass, bei Hund *a* von fast weisser Farbe. Nach der letzten Blutentziehung erbrach Hund *a* fast alles Verfütterte wieder, lag fortwährend am Boden; am 10. September wog er nur mehr 15,1 kg, am 11. September Morgens zeigte er 36,0° C. Körpertemperatur statt 39,8° C. wie früher und wurde Mittags todt gefunden; Körpergewicht 14,3 kg; Magen und Darm waren noch mit Speise und Chymus gefüllt. Ebenso unerwartet war der Tod des Hundes *c*; derselbe stand am 16. October bei meinem Eintritt in den Stall wie gewöhnlich auf, begrüsste mich wedelnd und nahm die eingeschobene Nahrung gutmüthig auf, zwei Stunden darnach lag er todt im Käfig; Gewicht 14,35 kg.

Der Sectionsbefund war bei allen drei Hunden der gleiche wie im vorhergehenden Versuch: streifige und fleckige Fettdegeneration im Herzmuskel, besonders im linken Ventrikel; starke Fettinfiltration der Leber; ferner, besonders stark bei Hund *c*, auch Fettdegeneration einiger Extremitätenmuskeln (besonders Schulter und Oberarm). Die Organgewichte waren bei Hund *a* (14,3 kg): 4007 g Muskeln, 2385 Knochen, 3700 Fett- und Bindegewebe, 1258 Haut, 112 Herz, 577 Leber, 107 Nieren, 19 Milz etc.; bei Hund *b* (11,75 kg): 3215 g Muskeln, 2357 Knochen, 2356 Fett- und Bindegewebe, 1234 Haut, 112 Herz, 510 Leber, 100,7 Nieren, 19,0 Milz etc.; bei Hund *c* (14,35 kg): 4462 g Muskeln, 2093 Knochen, 3064 Fett- und Bindegewebe, 1429 Haut, 111 Herz, 561 Leber, 87,5 Nieren, 18,0 Milz etc. An Hämoglobin [1]) wurde durch Zerwiegen und Auslaugen der Organe bestimmt: bei *a* 47,4 g; bei *b* 48,0 g; bei *c* 52,6 g, während die beim Beginn im Körper vorhandene Hämoglobinmenge sich auf 80,7, 74,6 resp. 65,6 berechnet (wenn die anfängliche Blutmenge = $^1/_{13}$ des Körpergewichtes war).

In den ausgeschnittenen Muskeln des Hundes *a* und *c* war noch viel sichtbares Fettgewebe zwischen die Muskelfibrillen eingelagert. Dem entsprechend betrug auch der Trockengehalt der Gesammtmuskelmasse bei Hund *a* 32,5, bei Hund *c* 29,7 %, während er bei sorgfältig ausgeschnittenem Fettgewebe bei jüngeren Hunden nur 22 bis 24 % beträgt. Die Muskelmasse des Hundes *a*

1) Die Hämoglobinbestimmung wurde der Abkürzung halber etwas abweichend von der gewöhnlichen Art gemacht. Von den fein zerwiegten und darnach noch im Mörser zu Brei zerstossenen Organen wurden zwei grosse Portionen abgewogen und mit verschiedenen genau abgemessenen Mengen destillirten Wassers versetzt (z. B. die eine Portion mit fünf Theilen, die zweite mit zehn Theilen Wassers), dann 36 bis 48 Stunden unter häufigem Umrühren im kühlen Raume stehen gelassen und aus dem verschiedenen Hämoglobingehalte der abfiltrirten Lösungen, dann der Hämoglobingehalt der Organe berechnet. Ich habe einige Male die mit mehr Wasser versetzte Partie ausgepresst und wieder mit neuem Wasser versetzt, aber dabei nur ein geringes Plus von Hämoglobin erhalten. Wenn man auch annehmen wollte, dass dabei der Hämoglobingehalt vielleicht um einige Procente zu niedrig bestimmt wird, so würde dies nur zu Gunsten der weiter unten von mir gezogenen Schlüsse ausfallen.

enthielt daher noch mindestens 8% intermusculäres Fettgewebe, die des Hundes *c* mindestens 5%. Hund *a* hatte in der Zeit nach der letzten Blutentziehung bis zum Tode in Folge der Nahrungsverweigerung um 3,5 kg abgenommen, Hund *c* um 0,9 kg. Rechnet man von diesem Verlust mindestens $^4/_5$ als auf Fettgewebe fallend, so berechnet sich im Ganzen zur Zeit der letzten Blutentziehung ein Bestand an Bind- und Fettgewebe für Hund *a* von etwa 6100 g = 34,2%, für Hund *c* etwa 3800 g = 25,2%, während ein magerer Hund etwa 2 bis 4% davon enthält[1]).

Wichtig zu besprechen bleibt noch das Verhalten des Pulses, ich zählte:

	bei Hund *a* Puls		bei Hund *c* Puls	
	im Stehen	im Liegen	im Stehen	im Liegen
am 30. Juni .	130 bis 135	—	ca. 145	—
am 26. Juli .	145 bis 150	—	ca. 145	—
am 31. Aug. .	200 bis 210	165	ca. 120 bis 130	—
am 4. Sept. .	190 bis 200	—	135	100 bis 106
am 11. „ .	—	170 bis 180	—	—
am 11. Oct. .	—	—	200 bis 215	175

Die Pulszählungen wurden stets am Morgen vor der Fütterung vorgenommen. Es zeigt sich also eine gegen das Ende steigende Pulsbeschleunigung, die besonders hervortritt beim Aufrichten und Stehen der Hunde. Respiration und Temperatur zeigten bis zum Tode keine Veränderung, erstere eher eine leichte Abnahme.

Als gemeinsames Resultat vorstehender Versuche ergibt sich demnach, dass bei jungen wachsenden Hunden grösserer Rasse von 10—20 Kilo Gewicht eine Zufuhr von nur 4—6 mg Eisen pro Tag zwar hinreicht, das weitere Wachsthum des Körpers (Muskeln, Leber etc.) zu ermöglichen, dass aber unter diesen Verhältnissen (Wachsthum des Gesammtkörpers) eine Zunahme des Körpers an Hämoglobin nicht mehr, wenigstens nicht in entsprechendem Grade, stattfindet. Der Körper muss also auch ohne Blutentziehungen, noch mehr aber unter dem Einflusse schon ganz kleiner Blutverluste, relativ hämoglobinärmer werden. Als Allgemeinerscheinungen treten dabei starke Blässe der sichtbaren Schleimhäute und rasche Ermüdbarkeit und Vermehrung der Pulszahl auf. Das Sinken der relativen Hämoglobinmenge muss entweder ein Sinken der relativen Blutmenge oder des procentigen Hämoglobingehaltes des Blutes nach sich ziehen. Die folgenden Tabellen zeigen, in welcher Art diese beiden Grössen unter dem Einfluss der eisenarmen Nahrung und kleiner Blutentziehungen abnehmen.

1) Voit, Ztschr. f. Biologie Bd. 2 S. 349; Bd. 4 S. 131.

Der Hund des dritten Versuches hatte unter dem Einfluss der eisenarmen Nahrung ausser dem Verluste durch Blutentziehungen noch etwa 13^{g} Hämoglobin vom Körper verloren. Vertheilt man diesen Verlust gleichmässig auf die ganze Dauer, so ergibt sich:

Datum	Gewicht des Thieres	Hämoglobin-menge	Hämoglobin-gehalt in %	Verhältniss	Blutmenge in Grm.	Blutmenge in %	Verhältniss	Hämoglobin-menge pro Kg.	Verhältniss
vor dem ersten Aderlass, 5. Tag . .	10,05	116	14,5[1])	1	837	8,33	1	11,56	1
nach d. Aderlass . . .	—	97,8	—	—	708	7,05	0,85	9,7	0,85
vor d. zweiten Aderlass, 54. Tag .	20,4	86,2	8,5[1])	0,59	1065	5,22	0,63	4,23	0,37
nach d. Aderlass . . .	—	61,5	—	—	785	3,90	0,49	3,06	0,27
61. Tag . .	20,0	59,5	—	—	—	—	—	2,98	0,26

Hund *a* besass im Beginne $7400 \times \frac{1}{12} \times \frac{0,1373}{1,040} = 81,3^{g}$ Hämoglobin, am Schlusse 47,4^{g}; durch die Blutentziehungen verlor er 31,4^{g}, er verlor also ausserdem noch $47,4 + 31,4 - 80,7 = 2,5^{g}$. Unter der allerdings nicht ganz richtigen Voraussetzung, dass dieser Verlust gleichmässig während der ganzen Dauer erfolgt sei, ergibt sich folgende Abnahme der Blut- und Hämoglobinmengen:

Datum	Gewicht des Thieres	Hämoglobin-menge	Hämoglobin-gehalt in %	Verhältniss	Blutmenge in Grm.	Blutmenge in %	Verhältniss	Hämoglobin-menge pro Kg.	Verhältniss
3. Juni vor der Blutentziehung .	7,4	81,3	13,73	1	617	8,33	1	10,9	1
nach der Blutentziehung .	—	74,3	13,73	—	563	7,60	0,92	10,0	0,92
1. Juli vor der Blutentziehung .	12,0	73,5	8,145	0,594	938	7,82	0,94	6,13	0,56
nach der Blutentziehung .	—	68,0	8,145	—	869	7,25	0,87	5,66	0,52

1) Aus der Eisenbestimmung berechneten sich 14,9 % resp. 8,3 % Hämoglobin im Blute.

Fortsetzung der Tabelle.

Datum	Gewicht des Thieres	Hämoglobin-menge	Hämoglobin-gehalt in %	Verhältniss	Blutmenge in Grm.	Blutmenge in %	Verhältniss	Hämoglobin-menge pro Kg.	Verhältniss
22. Juli vor der Blutentziehung .	12,95	67,5	7,26	0,53	967	7,465	0,896	5,20	0,48
nach der Blutentziehung .	—	65,6	7,26	—	942	7,26	0,87	5,07	0,46
17. Aug. vor der Blutentziehung .	15,4	64,9	6,6	0,48	1023	6,64	0,80	4,21	0,39
nach der Blutentziehung .	—	57,9	—	—	912	5,92	0,71	3,76	0,34
4. Sept. vor der Blutentziehung .	17,83	57,3	6,52	0,475	878	4,92	0,59	3,21	0,29
nach der Blutentziehung .	—	47,3	—	—	718	4,02	0,48	2,65	0,24

Für Hund *c* berechnet sich am Beginn des Versuches 65,6g Hämoglobin, durch die Blutentziehungen verlor er 42,1g Hämoglobin, am Schlusse besass er noch 52,6g, hatte also während des Versuches 29g neugebildet.

Datum	Gewicht des Thieres	Hämoglobin-menge	Hämoglobin-gehalt in %	Verhältniss	Blutmenge in Grm.	Blutmenge in %	Verhältniss	Hämoglobin-menge pro Kg.	Verhältniss
3. Juni vor dem Aderlass . . .	5,8	65,4	14,11	1	483	8,33	1	11,3	1
nach d. Aderlass . . .	—	57,1	—	—	421	7,26	0,87	9,9	0,87
1. Juli vor dem Aderlass . . .	9,35	63,2	9,56	0,68	688	7,35	0,882	6,74	0,60
nach d. Aderlass . . .	—	55,4	—	—	602	6,43	0,77	5,92	0,52
17. Aug. vor dem Aderlass . . .	13,5	65,5	8,81	0,62	773	5,73	0,69	4,85	0,43
nach d. Aderlass . . .	—	52,7	—	—	620	4,60	0,55	3,90	0,35

Fortsetzung der Tabelle.

Datum	Gewicht des Thieres	Hämoglobinmenge	Hämoglobingehalt in %	Verhältniss	Blutmenge in Grm.	Blutmenge in %	Verhältniss	Hämoglobinmenge pro Kg.	Verhältniss
24. Sept. vor dem Aderlass . . .	15,0	60,9	7,98	0,57	793	5,29	0,635	4,06	0,36
nach d. Aderlass . . .	—	47,8	6,6	0,47	594	3,96	0,47	3,19	0,28

Für die zwischen dem Beginn und dem Tode liegenden Tage sind die berechneten Blut- und Hämoglobinmengen allerdings nur annähernd richtig; es ist sogar wahrscheinlich, dass in der ersten Zeit, wenn dem Körper noch überschüssiges Eisen aus der Zeit der normalen Fütterung her und in Bildung begriffene Blutkörper zur Verfügung stehen, mehr Hämoglobin gebildet wird, der Körper also weniger Hämoglobin verliert als in der späteren Zeit. Rechnet man, von diesem Schlusse ausgehend, für die ersten Wochen eine etwas stärkere Hämoglobinbildung und dafür für die letzten Wochen einen etwas stärkeren Verlust an Hämoglobin, so tritt eine Thatsache noch schärfer hervor, nämlich dass bei allmählichem Sinken der relativen Hämoglobinmenge der Verlust anfangs fast allein den procentigen Hämoglobingehalt des Blutes trifft und nur wenig die relative Blutmenge, dass diese erst dann in stärkerem Grade zu sinken beginnt, wenn der procentige Hämoglobingehalt des Blutes sich einem zum Leben nothwendigen Minimum genähert hat.

Im zweiten Versuche, bei welchem die geringste Nahrungszufuhr stattfand, so dass die Ernährung überhaupt litt, blieb die Blutmenge, wie zu erwarten war, mehr in Relation zu der Masse der übrigen Organe, und betrug am Schlusse noch 7,46 % = 0,896 der Norm, während der procentige Hämoglobingehalt des Blutes auf 5,44 % gleich ungefähr 0,45 bis 0,39 der Norm gesunken war. Im dritten Versuche, bei welchem die relativ grösste Nahrungszufuhr stattfand, war vor der letzten Blutentziehung die Blutmenge bereits auf 0,63 der Norm gesunken, während der Hämoglobingehalt des Blutes erst auf 0,59 gesunken war. Dass dieses Verhalten nicht auch an den beiden Hunden des letzten Versuches hervortritt, liegt, wie ich

glaube, daran, dass Hund *c* im Beginn des Versuches einige Male den eigenen Koth wieder frass und dabei wieder Eisen sich zuführte, was er später nicht mehr that; während alle anderen Hunde während des Versuches an Hämoglobin continuirlich abnahmen, berechnet sich für Hund *c* eine Neubildung von Hämoglobin von 29 g. Verlegt man diese Neubildung nicht gleichmässig auf die ganz Dauer, sondern nur auf die ersten Wochen, so tritt das analoge Verhältniss zwischen Blutmenge und Hämoglobingehalt ebenfalls besser zu Tage. Die relativen Blutmengen für Hund *c* am 3. Juni, 1. Juli, 17. August, 24. September sind dann ungefähr 1; 1; 0,83; 0,69; die Blutmenge vor der letzten Blutentziehung 823 g.

Die Grössen der procentigen und relativen Blut- und Hämoglobinmengen in den vorigen Tabellen sind sämmtlich auf absolutes Körpergewicht bezogen. Es ist aber klar, dass man dieses Verhältniss nicht der Beurtheilung zu Grunde legen darf, ob der Blutgehalt der Körperorgane normal oder pathologisch ist, da ja die relative Abnahme der Blutmenge dadurch hervorgebracht sein kann, dass einzelne Organe und Gewebe, die wenig oder kein Blut führen, stark gewachsen sind. So wenig man bei Thieren, die schwere Geweihe und schwere Wolle tragen, von einer relativ geringeren Blutmenge sprechen wird, so wenig sollte man bei Thieren mit stark entwickeltem Fettgewebe von relativ geringer Blutmenge sprechen, ausser dann, wenn auch nach Abzug des Fettgewebes die Blutmenge relativ zum Körpergewicht zu klein ist. Denn da das Fettgewebe normal nur wenig Blut führt, so würde sich, wenn man das Körpergewicht für den Vergleich zu Grunde legt, für ein Thier, dessen Blutgehalt der einzelnen Organe ganz normal, dessen Gehalt an Fettgewebe aber um z. B. 30 % erhöht ist, eine um etwa ⅓ zu kleine Blutmenge berechnen, obwohl es doch in allen seinen Organen ganz normale Blutmenge besitzt. Dass ein fettes Thier, ceteris paribus, in Bezug auf sein Körpergewicht eine geringere Blutmenge besitzt als ein mageres, ist ja wohl selbstverständlich; sagt man daher im Allgemeinen nur, dass fette Thiere weniger Blut enthalten als magere, so verführt das leicht zu der Annahme, dass die einzelnen Organe fetter Thiere stets relativ weniger Blut enthielten, als die magerer, und dass eben der grössere

Fettgehalt des Körpers die Ursache des geringeren Blutgehaltes der Organe wäre, was zwar immerhin möglich [1]), aber nur bis jetzt eben nicht bewiesen ist. Ranke [2]), dessen Versuche gewöhnlich als Beweis hierfür angeführt werden, bezieht die kleinere Blutmenge fetter Thiere nicht direct auf den grösseren Fettgehalt, sondern lässt beide von einer geringeren Muskelthätigkeit herrühren. Die Blutmenge bezieht sich zudem bei ihm gar nicht auf das fettfreie Thier. Seine Versuche an Kaninchen könnten allerdings dafür sprechen, dass bei fetten Thieren auch der relative Blutgehalt der Organe (nach Abzug des Fettgewebes derselben) herabgesetzt ist; dagegen sprechen seine beiden Versuche an Hunden, sowie die Versuche Subbotin's [3]) wohl eher für das Gegentheil.

Nimmt man an, dass beim normalen (mageren) Hunde das gröbere, sichtbare Fett- und Bindegewebe 5 % betrage [4]), und bringt man bei meinen Versuchshunden die diese Zahl überschreitende Menge des Fettgewebes vom Körpergewicht in Abzug, so reducirt sich das letztere also für Hund III zur Zeit der letzten Blutentziehung auf etwa 14,0 ^{kg}; für Hund IVa auf 12,62 ^{kg}; für Hund *c* auf 12,0 ^{kg}; und die procentige Blutmenge wird 7,6 % resp. 6,96 % und 6,86 %, oder wenn man 8,33 als normale Blutmenge = 100 setzt: 92, 83,5 und 82. D. h. die Blutmenge erlitt vor dem letzten Aderlass nur eine Abnahme von 8 bis 18 % zu einer Zeit, wo der procentige Hämoglobingehalt schon um etwa $^1/_3$ gesunken war. Auch wenn

1) Es könnte z. B. durch Compression der intramusculären Capillaren durch das sich dort entwickelnde Fettgewebe geschehen, oder durch Verdrängung der Blutkörper bildenden Zellen in den spongiösen Knochen, oder es könnte das subcutane Fettpolster die Wärmeabgabe und den Stoffumsatz herabsetzen und so indirect eine Ursache für eine Veränderung der Blutmenge oder des Hämoglobingehaltes werden. Eine derartige Annahme wird jedoch durch die bis jetzt vorliegenden Stoffwechseluntersuchungen nicht gestützt, da diese bei höherem Fettgehalte des gleichen Thieres keinen geringeren, sondern eher einen höheren Gesammtstoffumsatz aufweisen. Hingegen ist klar, dass Thiere, die aus irgend welchem Grunde, z. B. in Folge von Blutverlusten einen niedrigen Gesammtstoffwechsel besitzen, bei gleicher Nahrungszufuhr nothwendig leichter fett werden als Thiere mit stärkerem Stoffwechsel.

2) Die Blutvertheilung der Organe (Leipzig 1871).

3) Ztschr. f. Biologie Bd. 7 S. 188.

4) Voit berechnet für Hunde 2 bis 4 % gröberes ausschneidbares Fett (Ztschr. f. Biologie Bd. 2 S. 349 und Bd. 4 S. 131).

man das Verhältniss der Blutmenge zur Muskelmasse [1]) berechnet, kommt man zum gleichen Ergebniss. Man hat dann als normal 8,33 : 45 = 0,185; für Hund III 1065 : 6464 = 0,165; für Hund IVa 875 : 4—5000 (?) = 0,219—0,175 (?); für Hund *c* 823 : 4462 = 0,184. Dabei ist noch zu berücksichtigen, dass die Muskeln der Versuchshunde noch 4 bis 8 % zwischen die Muskelbündel gelagertes Fettgewebe enthielten. Wenn nun auch das Fettgewebe sicher etwas blutführend ist, und also das Gewicht des Fettgewebes nicht vom Körpergewicht abgezogen werden darf, ohne dass auch von der Blutmenge ein entsprechender Theil abgezogen wird, so ist doch der gewöhnliche Blutgehalt des Fettgewebes so klein [2]), dass man sicher behaupten kann, der Blutgehalt der einzelnen Organe meiner Hunde kann vor der letzten Blutentziehung nicht unter 80 % der normalen Blutmenge gesunken sein.

Dafür, dass die Blutmenge vor dem letzten Aderlass nicht hochgradig vermindert war, sprechen auch das Gewicht des Herzens und die Durchmesser der Herzhöhlen und Mündungen der grossen Gefässe. Es fand sich nämlich:

Thier	Gewicht des Thieres	Fettgewebe	Herz	Länge des rechten Ventrikels	Länge des linken Ventrikels	Umfang der Pulm. an den Klappen	Umfang der Aorta an den Klappen	Aorta 1cm ober den Klappen
1. normaler Hund (alt)	20,2	mager	161	7,1	6,1	4,7	4,2	3,8
2. „ „ 1/2 J.	22,2	mager	144,5	6,6	6,6	—	—	3,7
3. „ „ 3/4 J.	25,0	?	142	—	—	—	—	—
4. „ „ (jung)	15,4	8 %	99,9	—	—	—	—	—
Versuch Nr. II . .	12,6	17,5%	175	7,0	7,0	4,1	4,2	—
Versuch Nr. III . .	20,0	33 %	152	7,1	6,1	3,9	3,8	3,5
Versuch Nr. IVa .	14,3	34,2%	135	6,3	6,2	4,2	4,0	—
Versuch Nr. IVc .	14,3	25,2%	111	6,0	5,9	4,0	4,0	3,8

Das Gewicht des Herzens ist also in allen Fällen leicht vermehrt, was wohl von der Vermehrung des Herzschlags herrühren dürfte.

1) Die Muskelmasse war nicht ganz im Verhältniss wie die übrigen Organe gewachsen.

2) Ich fand in dem gesammten gröberen Fett- und Bindegewebe, zu welchem ich auch noch sämmtliche aus Haut und Muskeln ausgeschnittene blutgefüllte Gefässe geworfen hatte, bei Hund *a* 3,5 g Hämoglobin; bei Hund *c* 4,6 g. Auf das reine Fettgewebe dürfte davon noch kaum der vierte Theil treffen, da dies bei der Section rein weiss aussah.

Nach obigen Angaben ist also die Regulation für die Blutmenge viel mächtiger als für den procentigen Hämoglobingehalt. Es steht diese Thatsache theilweise wohl in Zusammenhang mit den von Poiseuille gefundenen Gesetzen über das Verhalten von Druckhöhe und Ausflussmenge in capillaren Röhren. Denn da die Verengerung der Blutbahn durch Blutentziehungen zum weitaus grössten Theil nur auf Kosten der kleineren Gefässe und der Capillaren geschehen kann [1]), bei gleichbleibender Ausflussgeschwindigkeit aber sich die erforderlichen Drucke umgekehrt wie die 4. Potenzen der Capillardurchmesser verhalten, so würde, wenn das Lumen der Capillaren auf $^1/_2$ gesunken ist, das Herz die vierfache Arbeit zu leisten haben, um die gleiche Menge Blutes hindurch zu treiben (wenn es überhaupt fähig wäre, den Blutdruck um das vierfache zu erhöhen), während bei Verdünnung des Blutes auf $^1/_2$ und Gleichbleiben der Capillarlumina das Herz nur die doppelte Arbeit zu leisten braucht, um durch doppelt so viel Pulsschläge die gleiche Menge rother Blutkörper durch den Körperquerschnitt zu treiben [2]). Auch wenn die Minderung des Capillarquerschnittes nicht durch gleichmässige Verengerung sämmtlicher Capillaren, sondern durch zeitweiligen Verschluss einer grösseren Anzahl einzelner Capillaren erreicht wird, muss man doch annehmen, dass das Herz, so lange der Querschnitt seiner Wandung sich nicht ändert, leichter (durch verdoppelten Pulsschlag) die doppelte Blutmenge auf die normale Höhe hebt, als die normale Blutmenge auf doppelte Höhe. Man

1) Die grossen arteriellen Gefässe können sich, da sie nur wenige musculöse Elemente enthalten, bei gleichbleibendem Blutdrucke kaum contrahiren, auch enthalten die grossen Gefässe kaum mehr als 20 % der Blutmasse.

2) Das Gegentheil findet statt bei Ausdehnung der Capillaren in Folge von Bluttransfusionen. So lange der Druck in den Venen nicht wächst, muss entweder bei gleichbleibendem arteriellem Druck die Blutgeschwindigkeit zunehmen, oder bei gleichbleibender Blutgeschwindigkeit der arterielle Druck sinken, wie es in der That in einer Anzahl der Versuche Worm-Müller's eintrat. Es ist nicht möglich, wie manchmal behauptet wird, dass bei prallerer Füllung des Gefässsystems nach Transfusion und gleichbleibendem Druck in Aorta und Venen, die Blutgeschwindigkeit die gleiche bleibt. — Aus der Beziehung zwischen Blutmenge und Blutgeschwindigkeit erklärt sich auch die Thatsache, dass starke Blutverluste leichter ertragen werden, wenn das entzogene Blut durch das gleiche Volum Serum oder ClNa-Lösung ersetzt wird.

mag sich das Zustandekommen des Wiederersatzes der Blutmenge vielleicht in der Art erklären, dass einerseits wegen des verringerten Blutdruckes in den Capillaren (derselbe muss wegen der Verengerung der kleineren Arterien und der Capillaren selbst auch dann kleiner sein als normal, wenn genügend Blut durch die Venen dem Herzen zugeführt wird, um den normalen arteriellen Druck zu erhalten) und wegen der Verdickung der Capillarwandungen weniger Serum exsudirt und andererseits die Aufsaugung von Serum durch die Venen, Lymph- und Chylusgefässe und die Neubildung von Serumalbumin längere Zeit die gleiche bleibt [1]).

Der Umstand, dass die Abnahme des procentigen Hämoglobingehaltes des Blutes nach den einzelnen Blutentziehungen stets geringer wurde und, wie besonders Hund *a* zeigt, der Hämoglobingehalt sich dabei offenbar einem Minimum näherte, macht es wahrscheinlich, dass nach der letzten Blutentziehung auch die relative Blutmenge der einzelnen Organe dauernd vermindert blieb, was Verringerung des Capillarquerschnitts, Vermehrung der Widerstände und daher auch bei gleichbleibendem Blutdruck Verminderung der Blutzufuhr zu den Organen zur Folge haben musste, wie es die Versuche von Volkmann [2]), Vierordt [3]), Finkler [4]) über Blutgeschwindigkeit nach Blutentziehungen zeigen.

Da die durch den Körperquerschnitt passirende für die Verbrennungen im Körper verfügbare Sauerstoffmenge also wahrscheinlich bedeutend abgenommen hatte, so mussten also besondere Einrichtungen in Wirksamkeit treten, die trotzdem das weitere Leben ermöglichen. Pettenkofer und Voit haben bei einem leukämischen

---

1) Immerhin dauert nach stärkeren Blutverlusten die Wiederherstellung der normalen Blutmenge mindestens mehrere Tage, wie die Versuche von Lyon (Virch. Arch. Bd. 84 S. 207) beweisen, bei welchen der niederste Hämoglobingehalt erst 3 bis 4 Tage nach der Blutentziehung auftrat. Bekanntlich dauert auch die Mehrausgabe von Harnstoff nach Blutentziehungen und die Abnahme des O-Verbrauchs mehrere Tage.

2) Hämodynamik (Leipzig).

3) Die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten des Blutes (Frankfurt 1858) S. 176.

4) Ueber den Einfluss der Stromgeschwindigkeit des Blutes; Diss. inaug. (1875).

Manne trotz der Verminderung der rothen Blutkörperchen die O-Aufnahme bei gleicher Nahrung und bei Ruhe nicht anders gefunden als bei dem normalen Menschen und bei dieser Gelegenheit erörtert, durch welche Momente dies ermöglicht wird. Als solche Einrichtungen im obigen Sinne lassen sich vorzüglich drei aufstellen.

Man weiss erstens, dass das Blut unter normalen Verhältnissen sich nur zu $^9/_{10}$ mit Sauerstoff sättigt [1]), und dass durch vermehrte Athmung auch bei viel rascherer Circulation die vollkommnere Sättigung des Blutes mit Sauerstoff erreicht werden kann [2]).

Zweitens haben Doppelbestimmungen des Sauerstoffgehaltes im arteriellen und venösen Blute ergeben, dass unter normalen Verhältnissen in den Geweben nur ein Bruchtheil des im Blute denselben zugeführten Sauerstoffs verbraucht wird. Das Verhältniss des den Geweben zugeführten Sauerstoffs zum verbrauchten Sauerstoff stellt sich nach Schöffer[3]) wie 3 : 1; nach Ewald[4]) wie 3,3 : 1; nach Sczelkow[3]) wie 2 : 1; nach Urbain wie 4 : 1; nach Finkler[5]) wie 4 : 1. Die beiden letzteren Angaben stimmen gut mit der auf indirectem Wege berechneten Grösse dieses Verhältnisses. Man muss nämlich im Auge behalten, dass alle diese Bestimmungen unter mehr oder weniger pathologischen Verhältnissen (Knebelung des Thieres, Catheterisirung des rechten Ventrikels etc.) ausgeführt sind. Berechnet man einerseits die Menge des zugeführten Sauerstoffs aus den von Vierordt angegebenen Blutmengen, die in der Zeiteinheit den Körperquerschnitt durchfliessen, und aus dem durchschnittlichen Hämoglobingehalt des Blutes der betreffenden Thiere (unter der Annahme, dass das Blut nur zu $^9/_{10}$ mit Sauerstoff gesättigt ist), und andrerseits die Menge des verbrauchten Sauerstoffs aus den Ergebnissen der Stoffwechseluntersuchungen, so stellt sich ein bedeutend höheres Verhältniss heraus, als dem Mittel der obigen Angaben entspricht. Für einen 30^{kg} schweren Hund mit $^1/_{12}$ Blutmenge von 14 % Hämoglobin mit 81 Pulsschlägen und einem mittleren Um-

1) Pflüger's Arch. Bd. 1 S. 70.

2) Matthieu et Urbain, Compt. rend. tom. 74.

3) Hoppe-Seyler, Physiol. Chemie S. 495.

4) Pflüger's Arch. Bd. 7 S. 575.

5) Ueber den Einfluss der Strömungsgeschwindigkeit des Blutes. Diss. inaug. (1875) S. 10.

satze von 1500g Fleisch [1]) würde sich das Verhältniss wie 6,3 : 1 stellen; für einen erwachsenen Mann mit 5000g Blut, 12 % Hämoglobin, 72 Pulsschlägen und 800g Sauerstoffverbrauch wie 5,9 : 1. In folgender Tabelle sind für die durch den Körperquerschnitt fliessenden Blutmengen die von Vierordt angegebenen Zahlen, für den Sauerstoffverbrauch die von Voit (Handb. d. Ph. Bd. 6 S. 527) angegebenen Daten der Berechnung zu Grunde gelegt worden:

Thier	Gewicht	Blutmenge pro 24 Stdn.	Hämoglobingehalt des Blutes in %	Verfügbarer Sauerstoff in Grm.	Sauerstoffverbrauch in Grm.	Verhältniss
Kaninchen . .	1,37kg	1169kg	8,1[2])	193	31,7[3])	6 : 1
Hund	9,2	3606	14 [4])	1033	200 [5])	5 : 1
Mensch . . .	63,6	18926	12 [6])	4640	740	6 : 1
Pferd	380	98784	11,7[7])	20250	4150	5 : 1

Wenn die berechneten Zahlen auch mehr oder weniger hypothetisch sind, da die verschiedenen Bestimmungen von verschiedenen Forschern zu verschiedenen Zeiten und verschiedenem Zwecke gemacht wurden, so kann der dadurch bedingte Fehler doch kein sehr grosser sein. Man sieht, dass das obige Verhältniss bei den verschiedenen Thieren unter normalen Bedingungen nicht viel schwankt[8]). Es mag wohl für kurze Zeit (bei Arbeit, Aenderungen

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 7 S. 449.

2) Nach Subbotin bei nicht hungernden Thieren (Ztschr. f. Biologie Bd. 7 S. 188).

3) Mittel aus den Angaben von Pflüger und Finkler.

4) Hoppe-Seyler, Physiol. Chemie S. 450; Pflüger, Centralbl. f. d. med. Wissenschaften (1867) S. 724; als Mittel mehrerer Analysen fand ich etwa 15%.

5) Nach Regnault und Reiset stellt sich diese Zahl auf etwa 250, das Verhältniss wird dadurch 4 : 1.

6) Berechnet aus den Bestimmungen von Wiskemann (Ztschr. f. Biologie Bd. 12 S. 442).

7) Hoppe-Seyler, Physiol. Chemie S. 450.

8) Die Kenntniss des Verhältnisses von verfügbarem O zum verbrauchten O ist in mancher Beziehung von grossem Interesse. So fand z. B. v. Ott unter Kronecker's Leitung bei einem Hunde, dessen Blut er zum grössten Theil durch Serum ersetzt hatte, nach der Operation nur mehr den 60. Theil an rothen Blutkörperchen als zuvor. Selbst unter der Annahme, dass dabei die Blutgeschwindigkeit auf das Doppelte gestiegen war, musste die Menge des den Geweben zur Oxydation zur Verfügung stehenden O auf 1/30 der Norm sinken,

der Temperatur etc.) oder für gewisse Organe grösseren Schwankungen unterliegen, doch scheint der Körper stets das Bestreben zu haben, es zu bewahren; bei raschem Wachsen des Nenners (bei Arbeit etc.) steigt auch der Zähler durch Erhöhung der Pulszahl, und der durch die grössere Oberfläche und die grössere Lebhaftigkeit der kleineren Thiere bedingte Mehrverbrauch wird ebenfalls anscheinend vollständig wieder durch entsprechende Erhöhung der Pulszahl ausgeglichen. Es ergibt sich ferner aus obigen Zahlen, dass nicht, wie schon behauptet wurde, die absolute Blutmenge oder der Hämoglobingehalt oder die Pulszahl für sich dem Gesammtstoffwechsel proportional sind, sondern dass nur das Product aus den drei Grössen, resp. das Product aus Systolegrösse (S), Pulszahl (P) und Hämoglobingehalt (H) annähernd proportional dem Gesammtstoffwechsel (St) (bei Ruhe und normaler Temperatur und gleichbleibender Ernährung) ist, so dass also annähernd ist $\frac{S\,P\,H}{St} = \frac{S'\,P'\,H'}{St'}$ (= etwa 5,5, wenn man auf Sauerstoff rechnet, und die von Vierordt angegebenen Systolegrössen als richtig annimmt).

Es wird den Organen also für gewöhnlich ein grosser Ueberschuss von Sauerstoff zugeführt, der, wie die Versuche von Finkler, Matthieu und Urbain zeigen, bei Bedarf verbraucht werden kann.

Das dritte Moment, das bei geringer Blutmenge den Ausgleich zwischen Sauerstoffzufuhr und -Verbrauch ermöglichen kann, ist das Sinken des Sauerstoffverbrauchs resp. des Gesammtstoffwechsels. Speciell für den Fall der Verringerung der Sauerstoffzufuhr (d. h. der Menge des verfügbaren Sauerstoffs) als Folge von Blutentziehungen hat Bauer[1]) gezeigt, dass sich nach mässigen Blutent-

---

Um das Weiterleben zu ermöglichen, hätte, wenn das oben berechnete Verhältniss auch nur annähernd richtig ist (die directen Bestimmungen desselben ergaben wie bekannt meist noch kleinere Werthe und ein schon normal bestehendes Verhältniss von 1 : 30 würde einen Hämoglobingehalt des Blutes von mehr als 40 % voraussetzen lassen), der O-Verbrauch auf mindestens $^1/_3$ bis $^1/_8$ sinken müssen. Da nun eine Reihe von Thatsachen entschieden gegen die Möglichkeit einer derartigen plötzlichen und enormen Abnahme des O-Verbrauchs sprechen, so wäre eine Sicherstellung dieser einen Beobachtung durch weitere Versuche gewiss wünschenswerth, da man bei einzelnen Beobachtungen immer noch an unbekannte zufällige Fehler denken darf.

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 8 S. 586.

ziehungen im Verlaufe einiger Tage allmählich der Sauerstoffverbrauch vermindert. Es rührt dies nach ihm von der durch den Plasmaverlust gestörten Ernährung und dadurch geringeren Zersetzung in den Organen her. Man kann aber auch (mit dem gleichen Rechte) das wirkende Moment in der durch den Blutverlust bedingten Verminderung der Sauerstoffspannung in den Geweben suchen und sich vorstellen, dass in Folge der verminderten Sauerstoffspannung (ähnlich wie bei vermehrter Kohlensäurespannung) im lebenden Protoplasma Veränderungen eintreten, die wieder einen geringeren Sauerstoffverbrauch zur Folge haben. Für diese Auffassung stimmen auch die Versuche Paul Bert's[1]), Friedländer's etc. Bekanntlich betrachtet Fränkel die verminderte Sauerstoffspannung auch als die Ursache der vermehrten Harnstoffausscheidung.

Leider starben meine Versuchshunde sämmtlich unerwartet rasch, so dass die Absicht, am Schlusse Respirationsversuche an ihnen anzustellen, vereitelt wurde. Es müssen also erst künftige Versuche darüber aufklären, ob bei chronischer langdauernder Anämie (bei wohlgenährtem Körper) mehr der Gesammtstoffwechsel oder mehr die Differenz im Sauerstoffgehalt des arteriellen und venösen Blutes herabgesetzt ist.

Jedenfalls mussten nach der letzten Blutentziehung erhebliche Störungen eintreten, wenn durch stärkere Thätigkeit einzelner Organe, resp. durch die Erschlaffung und Erweiterung der betreffenden capillaren Gefässe, den übrigen Organen noch mehr Blut entzogen wurde, daher auch die grosse Unlust der Hunde zu Bewegungen aller Art. In dieser Beziehung ist interessant, dass sämmtliche Hunde während voller Verdauung starben: Die Erweiterung der Darmgefässe, unterstützt von der allmählich eintretenden Degeneration des Herzmuskels, hatte offenbar eine Art Verblutung in die eigenen Darmgefässe veranlasst. (Damit steht in Uebereinstimmung die grosse Mattigkeit, die die Hunde nach der Nahrungsaufnahme in der letzten Zeit zeigten und das plötzliche Eintreten des durch keine Anzeichen vorher angedeuteten Todes.)

---

1) Siehe besonders die Versuche Paul Bert's in: la pression barométrique p. 725. — Ferner Friedländer und Herter (Ztschr. f. phys. Chemie Bd. 3).

Auf das Verhalten der grossen arteriellen Gefässe, des Hämoglobingehaltes der einzelnen Blutkörperchen und das Verhältniss der durch Eisenarmuth bewirkten Zustände zur Chlorose möchte ich erst später nach weiteren Versuchen näher eingehen. In Bezug auf den ersten Punkt bemerke ich nur, dass eine Verengerung der grossen Gefässe nur dann zu erwarten ist, wenn auch die betreffenden Organe an Masse abnehmen, d. h. wenn die durch den Querschnitt der betreffenden Organe strömende mittlere Blutmenge geringer wird. Ich glaube, zeigen zu können, dass die Weite der grossen Gefässe in keinem directen Zusammenhang mit irgendwelchen Ernährungsstörungen (Constitutionsanomalien) steht, in der Art, dass sie die Grundlage zu diesen Anomalien bildet; sondern dass sie direct nur von der durch den Querschnitt der Gefässe fliessenden mittleren Blutmenge abhängt, welch letztere wieder ceteris paribus von der Thätigkeit der betreffenden Organe bedingt wird, dass also Anomalien in der Weite der Gefässe erst secundär auftreten.

In Bezug auf den Hämoglobingehalt der einzelnen Blutkörperchen stelle ich hier kurz die Ergebnisse der mitgetheilten Versuche zusammen. Derselbe betrug bei Hund II am Schlusse 0,012 Milliontel Milligramm; bei Hund III 0,023; am 17. August 1880 bei Hund IVa [1]) 0,022; bei Hund IVb 0,027; am 25. September bei Hund IVb 0,021; bei Hund IVc 0,017, während normale erwachsene Hunde grösserer Rasse 0,023 bis 0,024 ergaben. Der Hämoglobingehalt der Blutkörperchen hatte also nur bei den weniger stark gefütterten Hunden in erheblicherem Grade abgenommen. Es muss deshalb zuerst noch versucht werden, ob nicht länger dauernde schlechte Ernährung in Verbindung mit öfteren Blutentziehungen auch ohne besondere Eisenarmuth der Nahrung, ebenfalls schon Verminderung des Hämoglobingehaltes der Blutkörperchen mit sich bringt [2]). Alle diese Verhältnisse bedürfen erst noch einer fortgesetzten Untersuchung.

---

1) Das Hämoglobin wurde mit dem Vierordt'schen Spectralapparate, die Zahl der Blutkörperchen mit dem Thoma'schen Apparate bestimmt.

2) Dafür würde auch sprechen, dass Malassez auch in Folge von Magencarcinom eine bedeutende Abnahme des Hämoglobingehaltes der Körperchen fand (Arch. de physiol. norm. et pathol. 1877 p. 638).

Mit der Möglichkeit, eine Verminderung des Hämoglobins der Körperchen künstlich herbeizuführen, hat das letzte der für die Chlorose als pathognomonisch angenommenen Symptome seine Bedeutung in dieser Hinsicht verloren. Von dem ganzen Complex der bekannten Symptome der Chlorose ist demnach kein einziger für sich allein für die Krankheit charakteristisch. Auch der Gesammtsymptomencomplex kann sich als Folgeerscheinung anderer Erkrankungen (Magengeschwür, schleichende Lungenphthise etc.) finden, und lässt sich, wie meine Versuche zeigen, auch bei Thieren künstlich mehr oder weniger vollkommen hervorrufen. Das Charakteristische liegt demnach nicht im Krankheitsprocess als solchem, sondern höchstens in der Aetiologie, d. h. nach unseren jetzigen Kenntnissen im Fehlen einer klaren Ursache für die Anämie (resp. Oligochromämie).

Als erwähnenswerthen Befund möchte ich noch hervorheben, dass der procentige Trockenrückstand des Serums nicht mit dem Hämoglobingehalt abnahm, sondern sich allmählich steigerte. Ich fand nämlich bei

	Hund *a*	Hund *b*	Hund *c*
am 3. Juni	8,73 %	7,14 %	7,50 %
„ 1. Juli	8,38	7,68	8,03
„ 17. August	9,29	7,75	8,19

Ferner dass bei den Hunden des letzten Versuches, deren Körper nach dem Tode nicht mit Salzlösung ausgespritzt wurden, die spongiösen Knochen (und das Herz) von allen Organen den höchsten procentigen Hämoglobingehalt (Blutgehalt) hatten, nur bei Hund *c* war die Leber noch blutreicher. Obwohl die Muskelmasse fast doppelt so gross als die Knochenmasse war, und die Diaphysen der Röhrenknochen ganz blass erschienen, war doch wegen des hohen Hämoglobingehaltes der spongiösen Knochen die in den Knochen enthaltene Blutmenge grösser, als die im Gesammtmuskelsystem. Es fand sich nämlich:

	Hämoglobin in den Muskeln	Gewicht der Muskeln	Hämoglobin in den Knochen	Gewicht der Knochen
Hund *a* . . .	12,4 g	4007 g	16,8	2291
Hund *b* . . .	9,4	3215	18,2	2356
Hund *c* . . .	8,9	4462	11,5	2092

Die Milz sämmtlicher Fälle schien eher kleiner (bei den Hunden des letzten Versuchs 18 bis 19g wiegend) und blass, während die spongiöse Knochensubstanz (besonders bei Hund *b*, weniger bei Hund *c*) tief dunkelroth erschien, am stärksten in den Wirbelknochen und direct unter den Epiphysenknorpeln. Auch das Knochenmark der Röhrenknochen war bei Hund *b* ziemlich geröthet. Nur bei Hund *c* waren nicht nur die Diaphysen, sondern auch zum Theil die Epiphysen nahezu farblos, und nur die Wirbel, Rippen, Beckenknochen etc. stärker geröthet.

B.
Die zur Erhaltung des Körpers nöthige Eisenmenge.

In Bezug auf die zur Erhaltung der normalen Verhältnisse nöthige Eisenmenge zeigen die besprochenen Versuche, dass bei Ernährung mit Topfen oder (da die Molke nur einen geringen Bruchtheil des Eisens der Milch enthält) mit Kuhmilch die gereichte Eisenmenge zwar genügt, um jungen stark wachsenden Hunden (mittlerer Grösse) das Wachsthum der Gesammtorgane zu ermöglichen, dass sie aber nicht mehr ausreicht zur Neubildung von Hämoglobin oder zum Ersatz von verloren gegangenem Hämoglobin. Man mag daraus schliessen, dass ein entsprechend grosser ausgewachsener Organismus sich mit derselben Nahrung vollkommen auf seinem Eisenbestande zu erhalten vermag, wenigstens so lange er keine grösseren Blutverluste zu ersetzen hat. Die bei Milchgenuss im Kothe erscheinende Eisenmenge kann man wohl unbedenklich als Ausscheidungsproduct aus dem Darme ansehen. Die in den ersten Tagen nach Beginn der eisenarmen Nahrung im Kothe gefundenen Eisenmengen würden demnach annähernd die zur Erhaltung des normalen Bestandes nöthigen Mengen darstellen.

Der erste in dieser Richtung verwerthbare Versuch wurde von J. Forster im Jahre 1875 angestellt. Forster fütterte einen 4,9kg schweren Hund 11 Tage lang mit je 220g Eiweiss und 20g Speck. In dem 32,7g trockenen, zur Reihe gehörigen Kothe, den mir Forster überliess, fand ich 0,154g Fe[1]) = 0,014 pro die und 0,003 pro Kilo.

1) 0,963 tr. Koth 0,0045 Fe (mit Chamäleonlösung titrirt).
1,3775 „ „ 0,0065 „ „ „ „

Meine Versuche ergaben:

	Gewicht des Hundes	Fe im Koth in Grm.	Fe pro Kilogr. in Grm.
Versuch I (anfangs) .	3200	0,0048	0,0015
„ I (später) .	3100	0,0016	0,0005
„ II	9550	0,008	0,0008
„ IV (*a* und *b*) .	8400 } 6650 }	0,0063	0,0004
Dietl fand beim Hund .	6400	0,0044	0,0007

Beim Menschen fand ich die Eisenausscheidung pro Kilo, entsprechend der bedeutend geringeren relativen Höhe des Stoffwechsels noch kleiner. Ich bestimmte im Kothe zweier Milch-Ausnützungsversuche von Rubner[1]) die ausgeschiedene Eisenmenge:

Gewicht in Kg.	Koth tr.	Fe im Kothe	Eisen pro Kg.
71	24,8	0,0099 [2])	0,00014
74	33,7	0,0115 [3])	0,00016

Die Eisenausscheidung ist hier schon am ersten Tage der eisenarmen Nahrung eine sehr geringe und würde wahrscheinlich in den folgenden Tagen noch etwas mehr abgesunken sein. Da zur vollständigen Ernährung eines erwachsenen Mannes etwa 4 Liter Milch (2800 bis 3000 Cal.) erforderlich sind, die etwa 10^{mg} Eisen enthalten, so würde sich ein erwachsener Mann bei Ernährung mit Milch vollständig auf dem Eisengleichgewicht erhalten können. Es frägt sich, ob dies auch für den Säugling, der ja nur auf Milchnahrung angewiesen ist, gilt.

J. Forster[4]) hat im Jahre 1878 an einem 5 Monate alten Kinde Bestimmungen über die Aufnahme von Kuhmilch und die Kothentleerung gemacht und mir einen Theil des Kothes zur Eisenbestimmung überlassen. Dabei ergab sich:

Dauer des Versuches	Milch pro Tag	darin Eisen[5])	Koth pro Tag	darin Eisen	Eisen für den Körper verwendet
11 Tage (29. Jan. bis 8 Febr.)	974^{ccm}	0,0022	8,67	0,0013 [6])	0,0009

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 130.

2) 4,997 tr. Koth 0,00200 Fe (mit Chamäleonlösung titrirt).
2,091 „ „ 0,00080 „ „ „ „

3) 4,25 „ „ 0,00145 „ „ „ „

4) Mittheil. d. Münchener morpholog. Gesellschaft (1877) Nr. 7.

5) Die Kuhmilch enthält nach Bunge im Liter $0,0022^{g}$ Eisen.

6) In 5,212 Koth vom 29. bis 30. Januar 0,00082 Fe
in 10,26 „ „ 5. bis 8. Februar 0,00143 „

Es wurde also entweder nur die Hälfte des Eisens der Milch resorbirt, oder, was bei dem geringen Eisengehalt der Milch wohl allein anzunehmen ist, es wurde etwa halbsoviel als resorbirt wurde mit den Secreten und Excreten in den Darmcanal in unlöslicher Form ausgeschieden.

Zur Entscheidung ob der geringe im Körper verbleibende Rest des Eisens hinreicht, den Körper auf dem ihm günstigsten Eisenbestand zu erhalten, wäre eine genaue Kenntniss des normalen Eisengehaltes des Körpers nöthig. Hierüber liegen erst von zwei Forschern Bestimmungen vor. Boussingault[1]) berechnete für ein erwachsenes Thier (Schaf) einen Eisengehalt von 0,011%. Bunge[2]) fand für den neugebornen (4 Tage alten) Hund 0,0074%; für 1 bis 2 Wochen alte Thiere (Katzen, Kaninchen) nur mehr 0,0047 bis 0,0044%, bei einem etwa ¾ Jahre alten 17 kg schweren normal ernährten Hunde fand ich 0,0064%, bei eisenarmer Nahrung (Hund vom Versuch II) 0,0031%. Für den menschlichen Fötus existirt nur eine ältere (offenbar zu hoch ausgefallne) Bestimmung von Bezold, der 0,0386% gefunden hatte. Legen wir für den menschlichen Neugebornen als wahrscheinlichste Grösse des Eisengehaltes die von Bunge für den neugebornen Hund gefundene Zahl (0,0074%) zu Grunde und vergleichen damit den Eisengehalt der neuanwachsenden Organmasse, wie er sich aus Gewichtszunahme und resorbirter Eisenmenge berechnet, so ergibt sich Folgendes: Das von Forster untersuchte Kind wuchs in einem Monat um etwa 600 g und nahm dabei 0,024 bis 0,030 g Eisen auf; es berechnet sich also für den Neuansatz ein Eisengehalt von nur 0,004 bis 0,005%. Das Gleiche ergibt sich, wenn man die von Bouchaud für das erste Halbjahr angegebene Wachsthumszahl und die von Camerer u. A. angegebenen Milchmengen zu Grunde legt. Besonders auffallend sind die Ergebnisse beim wachsenden Kalbe. So nahm z. B. eines der von Crusius[3]) untersuchten Kälber in 9 Wochen 601,8 kg Milch zu sich, worin also 1,434 g Eisen sich befanden, wuchs dabei um 62,5 kg, so dass sich selbst unter der un-

1) Compt. rend. T. 64 p. 1353.
2) Ztschr. f. Biologie Bd. 10 S. 322.
3) Journal f. prakt. Chemie Bd. 68 S. 1.

möglichen Annahme, dass gar kein Eisen mit dem Kothe ausgeschieden wurde, für den Neuansatz nur ein Eisengehalt von 0,0023% berechnet. Günstiger liegen die Verhältnisse für das Kind bei Ernährung mit Frauenmilch. Bunge fand in der Milch zweier Frauen pro Kilo Milch 0,00273 resp. 0,00416 Eisen. Unter der Annahme, dass im Kothe, wie bei Ernährung mit Kuhmilch, $^3/_5$ der zugeführten Eisenmenge wieder ausgeschieden werden, würde sich ergeben:

Monat	Frau I. Eisengehalt der Milch = 0,00273				Frau II. Eisengehalt der Milch = 0,00416	
	Aufgenommene Milchmenge in Kilogr.	Gewichtszunahme in Kilogr.	Aufgenommenes Eisen	Gewichtszunahme zu Eisenaufnahme = 100:	Aufgenommenes Eisen	Gewichtszunahme zu Eisenaufnahme = 100:
1. bis 6.	138	3,25	0,155	0,0047	0,235	0,0072
6. bis 9.	85,5	1,25	0,096	0,0077	0,142	0,0124

Bei der Annahme, dass die absolute Menge des mit dem Kothe täglich ausgeschiedenen Eisens die gleiche bleibt wie bei Ernährung mit Kuhmilch und also ungefähr 0,0013g beträgt, würde sich das obige Verhältniss berechnen:

1. bis 6. Monat für Frau I = 100 : 0,0043 für Frau II 100 : 0,0104
6. bis 9. „ „ „ I = 100 : 0,0108 „ „ II 100 : 0,0190.

Die Wahrheit liegt hier nothwendiger Weise zwischen den Zahlen der ersten und zweiten Berechnung. Während also bei Frau II der Eisengehalt der Milch wahrscheinlich von Anfang an hinreichen würde, um den Organismus des Kindes auf dem ursprünglichen Eisengehalte zu erhalten, musste bei Ernährung mit der Milch der Frau I anfangs nothwendiger Weise eine Abnahme des Eisengehaltes des Körpers eintreten, die erst später aufhört, wenn das Verhältniss der Nahrungsaufnahme zur Gewichtszunahme stärker wird.

Bekanntlich nimmt der procentige Hämoglobingehalt des Blutes sehr bald nach der Geburt ab und bleibt während der Säugezeit sehr niedrig, um sich erst später wieder langsam zu heben. Aus

den Untersuchungen Leichtenstern's[1]) würde sich sogar ergeben, dass die absolute Hämoglobinmenge des menschlichen Kindes während des ersten Halbjahres überhaupt keine Zunahme erfährt. Leichtenstern findet nämlich als Extinctionscoefficienten des Blutes vom Neugebornen etwa 200, nach dem ersten Halbjahr nur mehr 107,5. Da nun nach 6 Monaten das Gewicht und damit die Blutmenge des Kindes sich annähernd verdoppelt hat, so würde sich die absolute Hämoglobinmenge des Neugebornen zu der des halbjährigen Kindes nur verhalten wie 200 : 215. Leider ist nicht angegeben, ob die Ernährung der betreffenden Kinder mit Kuhmilch oder Frauenmilch oder Surrogaten etc. stattfand. Doch ist hier zu bemerken, dass die Zahlen Leichtenstern's offenbar mit einem (mehr oder weniger grossen) Versuchsfehler behaftet sind und auf absolute Richtigkeit keinen Anspruch machen können. Denn unter Zugrundelegung des von Hüfner ermittelten Absorptionsverhältnisses für Hämoglobin würde sich beim Neugebornen nach den Leichtenstern'schen Zahlen ein Hämoglobingehalt von 20 bis 22% ($A = 0{,}00111$) berechnen, was ganz unmöglich ist. Angeregt durch diese hohen Zahlen habe ich eine Reihe von Hämoglobinbestimmungen und Trockenbestimmungen vom Blute Neugeborner gemacht, wie es aus dem durchschnittenen Nabelstrang theils beim fötalen theils beim placentaren Ende ausfloss. Danach beträgt die Trockenmenge des Blutes aus dem placentaren Ende im Mittel aus 5 Bestimmungen 19,83%; der Hämoglobingehalt im Mittel aus 3 Bestimmungen (nach Vierordt) 11,93%; der Serumtrockengehalt im Mittel aus 2 Bestimmungen 7,15%; die Trockenbestimmung des Blutes aus dem fötalen Ende betrug im Mittel aus 3 Bestimmungen 20,04%, der Hämoglobingehalt im Mittel aus 3 Bestimmungen 12,89%[2]). Das Maximum des Trockengehaltes

1) Unters. über den Hämoglobingehalt des Blutes (Leipzig 1878).

2) Der hohe Hämoglobingehalt des Blutes des Fötus steht offenbar in Zusammenhang mit den fötalen Circulationsverhältnissen. Auf Grund von später mitzutheilenden Gefässmessungen beim Neugebornen habe ich gefunden, dass höchstens nur 1/7 bis 1/10 der vom Herzen ausgetriebenen Blutmenge in die Arteria umbilicalis gelangt und also mit Sauerstoff gesättigt werden kann, während nach der Geburt ja die gesammte in die Körperorgane strömende Blutmenge arteriell geworden ist. Dieses ungünstige Verhältniss wird nun zum Theil da-

war 21,76%, des Hämoglobingehaltes 13,82%. Es ist also schon die Trockenmenge des Blutes kleiner als die nach Leichtenstern berechnete Hämoglobinmenge. Die Blutkörperchenzahl betrug in einem Falle 5,88 Millionen pro Cubikmillimeter bei einem Hämoglobingehalt von 13,72%. Meine Befunde über Hämoglobingehalt und Blutkörperchenzahl beim Neugebornen stehen also in vollkommner Uebereinstimmung mit den Angaben von Wiskemann und Sörensen. Da sich nicht entscheiden lässt, worin die Quelle des Fehlers der Bestimmungen Leichtenstern's liegt, muss es einstweilen dahingestellt bleiben, ob die von ihm angegebenen Werthe unter sich vergleichbar sind.

Wenn nun auch der Hauptgrund für die Thatsache des durchaus niedrigen Hämoglobingehaltes des Blutes im kindlichen Körper meines Erachtens sicher nicht in der geringen Eisenzufuhr liegt, sondern in den Strömungsverhältnissen des kindlichen Organismus (d. h. wahrscheinlich in einem relativ grossen Gesammtcapillarquerschnitt) gesucht werden muss, so wäre es doch immerhin möglich, dass der geringe Eisengehalt der Nahrung auch in etwas dabei betheiligt ist, wenigstens scheint es möglich zu sein, durch Eisenzufuhr

durch ausgeglichen, dass das fötale Blut äusserst hämoglobinreich ist, dass also der gleiche Theil mehr Sauerstoff binden kann. Offenbar ist die dem Fötus zugeführte Sauerstoffmenge ein Minimum, das zum Gedeihen desselben in jeder Hinsicht ausreicht. Die gleiche verfügbare Sauerstoffmenge wäre allerdings auch erreichbar gewesen bei geringerem Hämoglobingehalt dadurch, dass eine grössere Blutmenge zur Placenta geführt wurde. Dann hätte aber auch die Placenta entsprechend grösser werden müssen. Nun bedingt die Einrichtung der Ernährung durch die Placenta an sich schon grosse Gefahren für Mutter und Kind, sowohl wegen der Möglichkeit einer falschen Lagerung der Placenta, hauptsächlich aber wegen der Grösse der Wunde, die der mütterliche Organismus nach der Geburt erwirbt. Je grösser die Placenta, um so ungünstiger die Bedingungen für einen günstigen Verlauf. Von den zwei Möglichkeiten: geringer Hämoglobingehalt und dafür grössere Blutzufuhr zur Placenta und grössere Placenta; oder möglichst kleine Placenta und dafür möglichst hoher Hämoglobingehalt, — musste die letzte von ganz entschiedenem Vortheile gegenüber der ersteren sein. Bleibt also die Entwicklung der Placenta und damit die Blutzufuhr zu derselben auf eine möglichst kleine Grösse beschränkt, so würde die von Naunyn, Malassez aufgestellte (allerdings noch nicht genügend fundirte) Hypothese des Steigens des Hämoglobingehaltes bei Behinderung resp. Erschwerung des Blutgaswechsels vollkommen das Steigen des Hämoglobingehaltes im Fötus auf ein Maximum erklären.

den Hämoglobingehalt des Blutes bei jungen an der eigenen Mutter säugenden Thieren zu vermehren. Es steht mir darüber allerdings erst eine Beobachtung zu Gebote. Von zwei jungen 6 Tage alten Katzen, die mit der alten Katze im gleichen Käfige gehalten wurden, erhielt das eine Kätzchen (*b*) täglich 1 bis 1,5^{ccm} verdünntes Eisenalbuminat eingeflösst. Es wuchs dabei in 54 Tagen von 147^{g} auf 495, während das zweite Kätzchen (*a*), das ohne Eisenalbuminat blieb, von 155^{g} auf 415 zunahm. Mehrere Versuche, das durch Nadelstiche entleerte Blut beider Kätzchen auf den Farbstoffgehalt zu vergleichen, scheiterten stets am hohen Fettgehalte des Blutes von Katze *a*. Das Blut derselben erschien nämlich weisslich-roth und blieb beim Verdünnen vollständig trübe, während das Blut von Katze *b* dunkelroth war und bei $^{1}/_{100}$ Verdünnung eine ziemlich klare Lösung gab. Es wurden deshalb beide Katzen durch Verbluten aus der Carotis getödtet und der Eisengehalt des Blutes bestimmt. Derselbe ergab für Katze *a* 6,2% Hämoglobin, für Katze *b* 9,5% [1]). Ob freilich der höhere Hämoglobingehalt für den wachsenden Organismus irgend einen Vortheil bietet, ist eine Frage, die nicht so einfach entschieden werden kann. Wohl aber dürfte für das menschliche Kind Eisenzufuhr vielleicht von Nutzen sein bei Ernährung mit Kuhmilch, da diese in der That zu wenig Eisen für den jungen mächtig wachsenden Organismus zu enthalten scheint, und ebenso in manchen Fällen bei Ernährung mit Frauenmilch. Der Eisengehalt der Frauenmilch scheint (s. die beiden Analysen von Bunge) in ziemlich weiten Grenzen zu schwanken und hängt nach verschiedenen Beobachtungen sehr von dem Eisenreichthum der Nahrung und wohl auch vom Ernährungszustande der Mutter

1) Die Blutmengenbestimmung ergab in Procenten des Körpergewichtes (Darm-rein) berechnet

für Katze *a*	Katze *b*	
4,86	5,12	(Blut ausgelaufen)
0,36	0,47	(Blut in dem Muskelsystem)
1,07	1,17	(Blut in Knochen und Rückenmark [mit noch anhängenden Rückenmuskeln])
1,26	(missglückt)	(Blut in den übrigen Organen)
7,55 %.		

ab. Da er an sich schon ziemlich niedrig ist, so ist es, wie die obigen Berechnungen zeigen, sehr wohl möglich, dass er bei chlorotischen Müttern oder ungeeigneter Ernährung so weit sinkt, dass in der That Eisenmangel für das wachsende Kind besteht. Ich halte es für wahrscheinlich, dass manche Formen von Anämie, von sogenannter leichter Scrophulose etc., wie sie bei Kindern so ungemein häufig sind, darin ihre Erklärung finden. Nach Beendigung des ersten Lebensjahres ist erstens die Nahrung für gewöhnlich viel eisenreicher, zweitens sinkt das relative Wachsthum des Körpers ganz ungemein: Eisenmangel in der Nahrung ist daher in dieser Altersperiode viel schwerer denkbar. Im späteren Leben wäre höchstens nach längerem Hunger, erschöpfenden Krankheiten oder besonders bei öfteren oder periodischen Blutverlusten Gelegenheit zu relativer Eisenarmuth der Nahrung und damit zu ähnlichen Erscheinungen, wie sie in den beschriebenen Versuchen an meinen Hunden auftraten, gegeben.

Berichtigungen.

17. Band S. 421	in der Tabelle	statt	„N-freie Substanz"	lies	„N-haltige Substanz"		
„ 423	„ „ „	„	„ „	„	„ „		
„ 424	„ „ „	„	„ „	„	„ „		
„ 426	„ „ „	„	„ „	„	„ „		

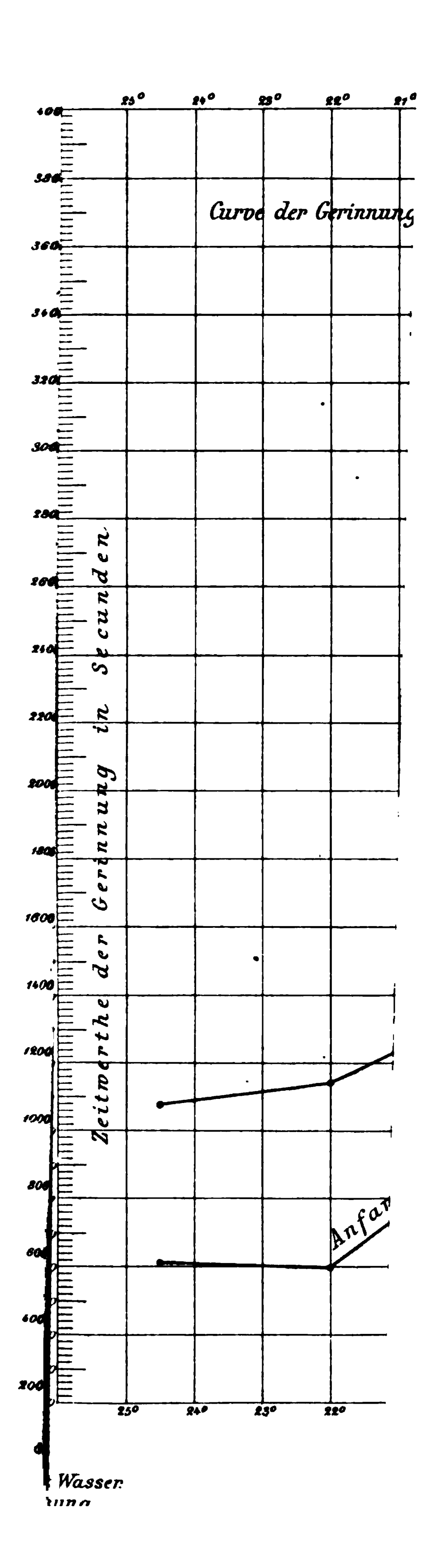
	Seite	Zeile			statt		lies
18. Band	112	Zeile 12	v. ob.	statt	8,8	lies	7,0
„	112	„ 13	„ „	„	11,9	„	10,9
„	120	„ 8	v. u.	„	0,2	„	0,5
„	120	„ 7	„ „	„	5,6	„	5,3
„	127	„ 5	v. ob.	„	Temperatur	„	Temperaturdifferenz.
„	267	„ 8	„ „	„	NO_5	„	N_2O_5
„	267	„ 16	„ „	„	„	„	„

„ 274 im Kopf der Tab. I statt NO_5 lies N_2O_5

„ 284 letzte Zeile ist nach dem Worte „Analyse" einzuschalten: „von Füllerde aus bewohnten Gebäuden"

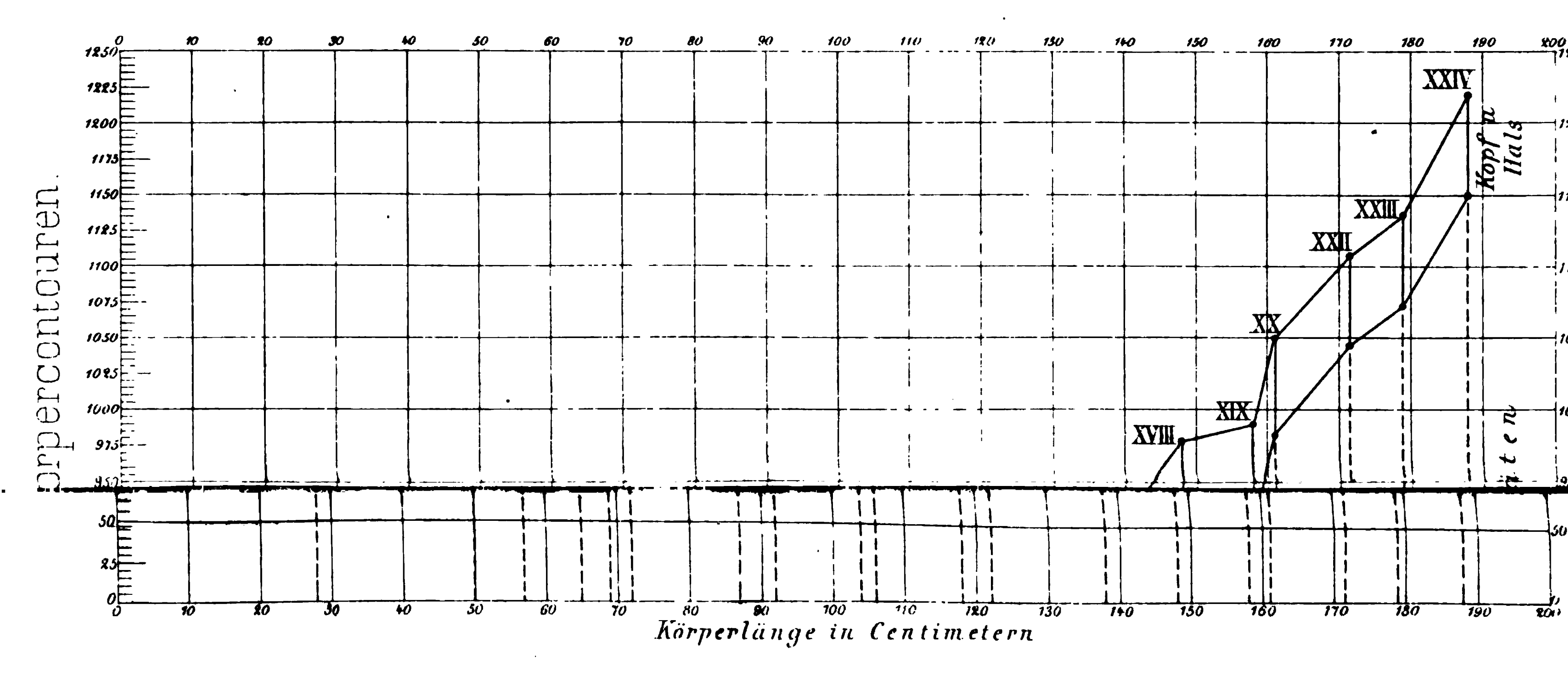
„ 285 ist der Passus: „von Füllerde aus bewohnten Gebäuden" in der Ueberschrift der Tabelle zu streichen.

Zei



25°
24°
23°
22°
21°
Curve der Gerinnung
Zeitwerthe der Gerinnung in Secunden
Anfa
Wasser

Graphische Darstellung der absoluten Maafse der menschlichen Körpercontour



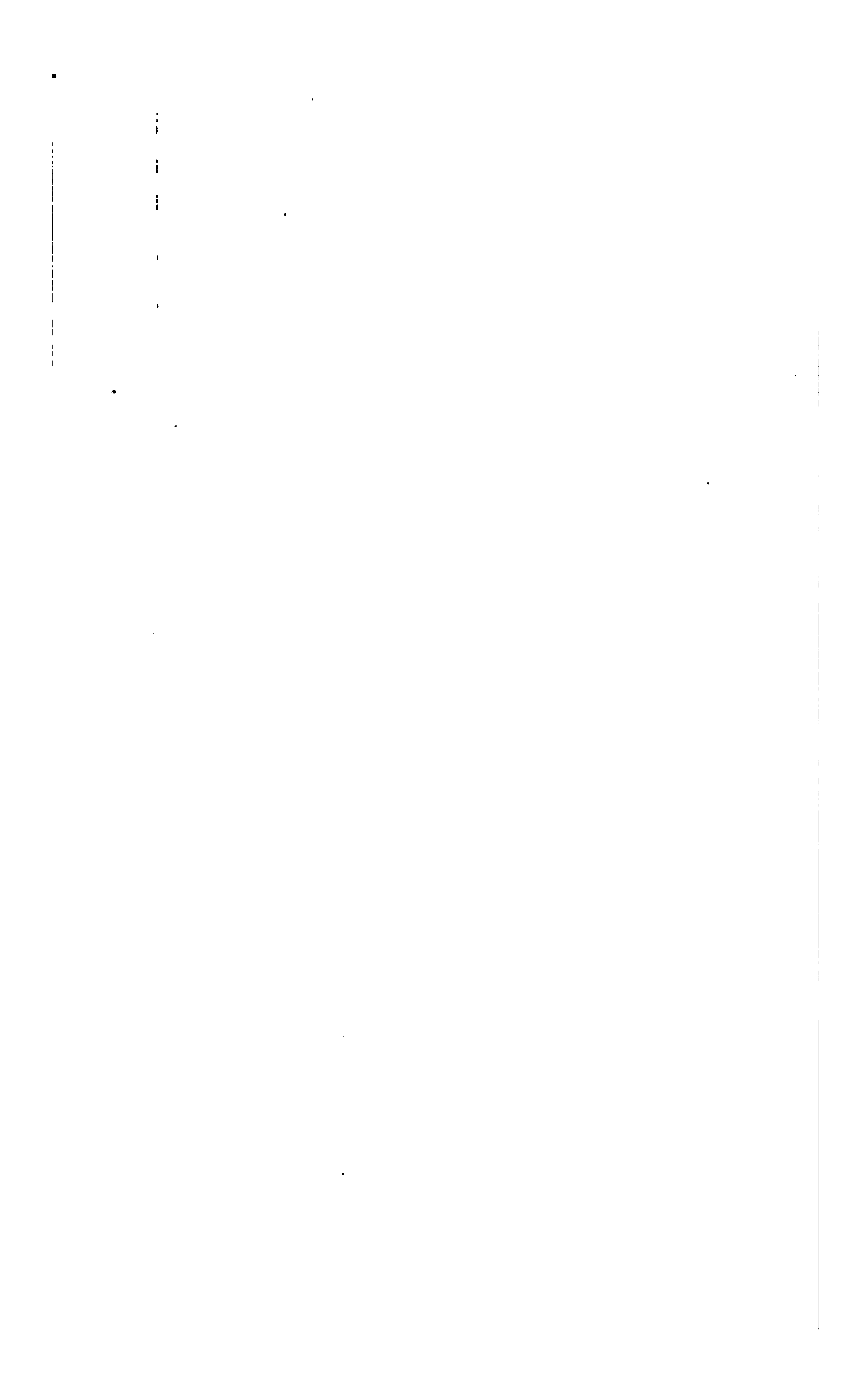
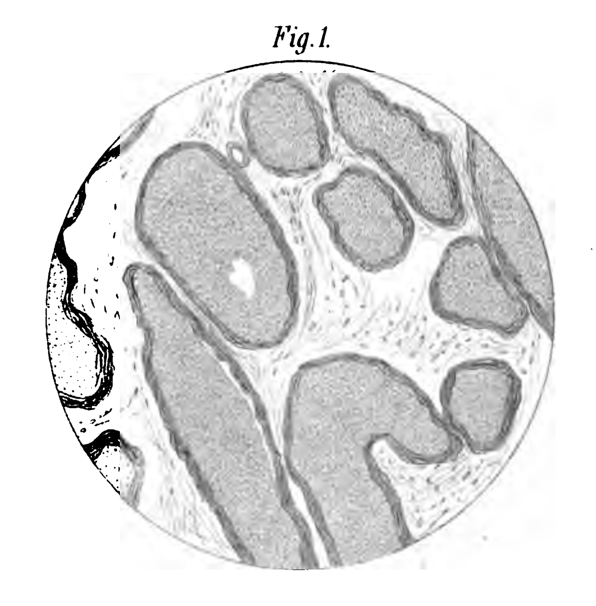




Fig. 1.



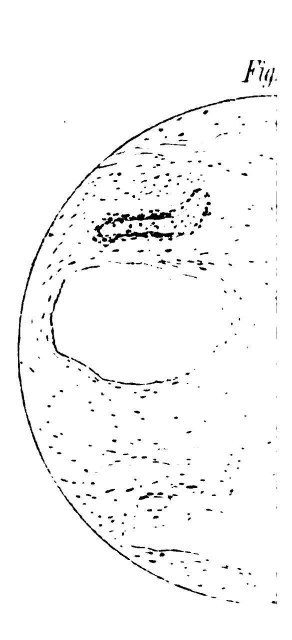
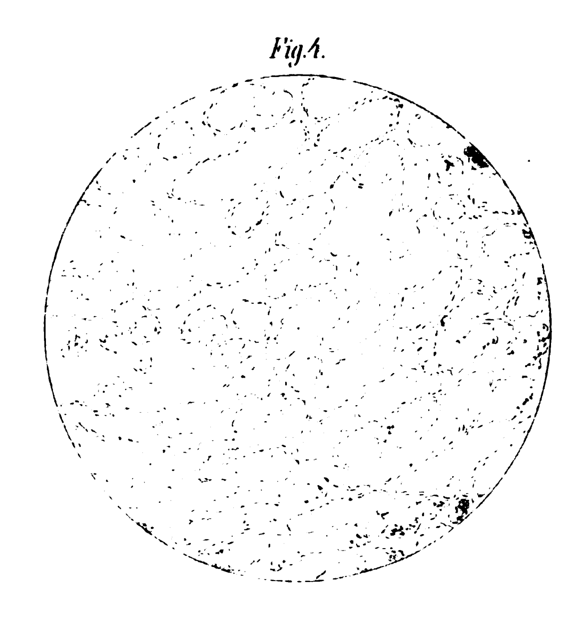


Fig.

Fig. 4.



Taf. III.

Fig. 2.



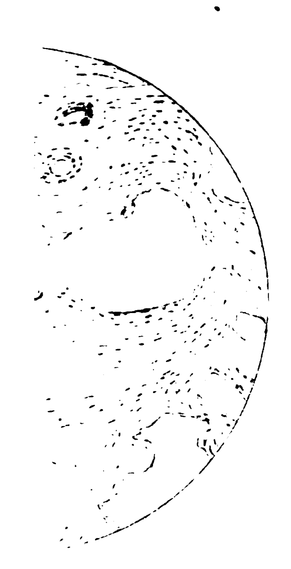


Fig. 5.

